

Angewandte Botanik

Zeitschrift
der Vereinigung für angewandte Botanik

herausgegeben im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer

Dr. K. Snell

Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Dreizehnter Band
(1931)

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger

W 35 Schöneberger Ufer 12 a

1931

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

I. Originalarbeiten:

	Seite
Bonne, C. Untersuchungen über den Steinbrand des Weizens . .	169
Brandenburg, E. Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bor- mangel-Erscheinung	453
Brandenburg, E. Die sogenannte Urbarmachungskrankheit bei Futterrüben und Erbsen	456
Buisman, Ch. Übersicht über die Ulmenarten in Bezug auf den Kampf gegen die Ulmenkrankheit	459
Dounine, M. S. und Mjasdrikowa, M. N. Zur Frage der Be- stimmung des Wasserminimums für die Samenkeimung	49
Ext, W. Phytotoxische Versuche mit neuartigen künstlichen Nebeln, sog. Säurenebeln, zur Abwehr von Nachfrostschäden in Baum- schulen, Weinbergen und sonstigen gärtnerischen Kulturen . .	262
Geißler, A. Vergleichende phänologische Beobachtungen an ver- schiedenen Getreidearten und Getreidesorten in den Jahren 1927 und 1928	377
Kinzel, W. Höhenkeimer	338
Krüger, L. Ein Beitrag zur Biologie von <i>Chenopodium album</i> . Bedeutung und Bekämpfung als landwirtschaftliches Unkraut	1 u. 97
Liese, J. Beobachtungen über die Biologie holzerstörender Pilze	138
Moritz, O. Zum Problem der Fußkrankheit des Weizens . . .	151
Ostermann, W. Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen am Wurzelsystem verschiedener Kartoffelsorten .	297
Rabanus, A. Die toximetrische Prüfung von Holzkonservierungs- mitteln	352
Rasmusson, A. Studien über den Reifungsprozeß und die Haltbar- keit des schwedischen Obstes bei der Aufbewahrung im Kühlhause	473
Schulze, W. Untersuchungen über die Zellgröße von Knollen ver- schiedener Kartoffelsorten und ihre Beeinflussung durch Anbau- bedingungen, sowie über die Beziehungen zwischen Zellgröße und Stärkekorngöße	209
Schwartz, W. und Kretzdorn, H. Beiträge zur Kenntnis des Holzes als Werkstoff.	
I. Untersuchungen über die Struktur und Quellung von Okumé- und Birkenfurnieren	122
II. Untersuchungen an metallisiertem Holz	257

II. Besprechungen aus der Literatur:

Boehring 373; Cammerloher 536; Dix 465; Dolk und van Slogteren 537; Escherich 373; Flachs 538; Fodor 374; Furrer 539; Geßner 466; Gilg-Schürhoff 540; Holdefleiß 292; Jones 293; Kempski 540; Kiesel 86; Klein 466; Kobel 541; Lehmann und Aichele 467; Lepik 167; Lundegårdh 375; Molisch 542; Neger 375; Pape 538; Paquin 293; Pieper 293; v. Rathlef 376; Reiter 87; Rensch 88; Schaffnit 469; Sosnin 88 u. 168; Strasburger 470; Thellung 88; Tunmann 542; Wehmer 471; Zweigelt 90; Acta Forestalia Fennica 167; Arbeiten zur biologischen Grundlegung der Soziologie 86

III. Kleine Mitteilungen:

Bredemann, Die Internationale Vereinigung für Samenkontrolle . . .	465
Klinkowski, Der Bericht der Russ. Forschungsexpedition über die Reise nach Mittelamerika	291
Morstatt, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis der Degeneration . . .	81
Rave, Die Kleinlichtbildkunst im Dienste der Erforschung der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenzucht	83
Roodenburg, Kunstlichtkultur	162
Schwartz, Bericht über die 1. Wanderversammlung des Verbandes deutscher Pflanzenärzte	372
Snell, Der Biologe	536
Snell, Die Internationale Pflanzenzüchtervereinigung (Tagung) . . .	290
Voss, The Indian Journal of Agricultural Science	536
Berichte des Forschungsinstitutes für Bastfasern	292
Reinsche Ferienkurse	166

IV. Personalmeldungen:

Appel, G. O. 544; Appel, O. 472; Braun 95; Engler 95; Graebner 296; Güssow 296; Kotte 472; Kriche 95; Lindner 296; Merten 95; Mertens 168; Müller 168; Schander 94; Scheibe 472; Schwartz 472; Snell 544; Spieckermann 544; Thoms 544; Weiße 95; Zimmermann, A. 95; Zimmermann, H. 95.

V. Tagungsbericht der Vereinigung für angewandte Botanik 1931 526**VI. Einladung zur Teilnahme an der Generalversammlung** . . . 96**VII. Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik** 93, 296, 472, 544**VIII. Berichtigungen und Änderungen des Mitgliederverzeichnisses** 93, 168, 295, 472**IX. Berichtigung zu der Arbeit Ext** 376**X. Sachregister** 545

Ein Beitrag zur Biologie von *Chenopodium album*. Bedeutung und Bekämpfung als landwirtschaftliches Unkraut.

Von

Leo Krüger, Diplom-Landwirt.

Mit 9 Abbildungen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	2
II. Namen der Pflanze	3
1. Botanischer Name	3
2. Vulgarname	3
III. Beschreibung der Pflanze	4
1. Allgemeiner Wuchs	4
2. Wurzel	7
3. Stengel	7
4. Blatt	8
5. Blüte	8
6. Frucht und Same	9
IV. Einteilung der Formen	11
V. Leben der Pflanze	12
1. Keimungsbiologie	12
a) Einfluß der Hartschaligkeit	14
b) „ der Keimreife	18
c) „ der Lagerung	21
d) „ der Temperatur	24
e) „ des Lichtes	27
f) „ des Keimmediums	30
g) „ der Tiefenlage	32
h) „ des Alters	34
i) „ von Salzlösungen	36
2. Entwicklung der Pflanze	39
a) Entwicklung bis zur Blüte	39
b) Blühen	41
c) Reifen	43
d) Fruchten	44

	Seite
3. Wachstumsbedingungen	46
a) Bodenansprüche	46
b) Nährstoffansprüche	48
c) Wasseransprüche	102
VI. Verbreitung der Pflanze	103
VII. Nutzen und Schaden	104
1. Nutzen	104
2. Schaden	105
VIII. Bekämpfung	107
1. Verhinderung der Zufuhr von keimfähigen Samen auf das Nutzland	108
a) Reinigung des Saatgutes	108
b) Vernichtung der Keimfähigkeit der Samen in Dresch- und anderen Abfällen	109
c) Vernichtung der Keimfähigkeit der Samen in Stallmist und Kompost	111
2. Bekämpfung der Pflanze auf dem Felde	112
a) Bekämpfung durch chemische Mittel	112
b) " " mechanische Maßnahmen	114
c) " " indirekte Maßnahmen	115
3. Bekämpfung der Samen im Ackerboden	115
IX. Natürliche Feinde	116
X. Zusammenfassung und Schluß	118
Literaturverzeichnis	120

I. Einleitung.

Der großen Familie der Chenopodiaceen entstammen außer einigen wichtigen Kulturpflanzen, von denen die Zucker- und die Runkelrübe erwähnt seien, auch einige Unkräuter. Als solche werden in der landwirtschaftlichen Literatur bezeichnet *Chenopodium album* (Weißer Gänsefuß), *Chen. polyspermum* (Vielsamiger Gänsefuß), *Chen. hybridum* (Unechter Gänsefuß), *Atriplex hortense* (Gartenmelde), *A. patulum* (Rutenmelde) und *A. hastatum* (Spießblättrige Melde). Unter diesen nimmt der weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*), der alljährlich allen Bekämpfungsmaßnahmen zum Trotz in unseren Kulturen, besonders in den Hackfrüchten, durch sein zahlreiches und üppiges Auftreten beträchtliche Schädigungen hervorruft, eine hervorragende Stellung ein.

Die Biologie dieses „gemeingefährlichen“ Unkrautes des näheren zu erforschen, um durch Kenntnis der Lebensweise Mittel und Wege zu erfolgreicher Bekämpfung ausfindig zu machen, ist Zweck vorliegender Arbeit.

Die Untersuchungen wurden im Institut für Acker- und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin unter der

Leitung des Direktors, Herrn Professor Dr. Opitz, in den Jahren 1929/30 durchgeführt. An dieser Stelle sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Opitz meinen besten Dank für die weitgehende Unterstützung, die er meinen Arbeiten zuteil werden ließ, auszusprechen. Dank gebührt auch den Herren Assistenten des Instituts, insbesondere Herrn Dr. Rathsack für die stete Hilfsbereitschaft bei meinen Untersuchungen.

II. Namen der Pflanze.

1. Botanischer Name.

Nach Ascherson und Graebner (1) gehört *Chenopodium album* zur Reihe der Centrospermae, zur Unterreihe der Chenopodiineae, zur Familie der Chenopodiaceae, zur Unterfamilie der Cyclolobeae, zum Tribus der Chenopodieae, zur Gattung *Chenopodium*.

2. Vulgarname¹⁾.

Der Name „Weißer Gänsefuß“ ist die wörtliche Übersetzung der wissenschaftlichen Bezeichnung. Er ist im Volksmunde kaum bekannt. Hier werden alle zur Gattung *Chenopodium* und *Atriplex* gehörigen Unkräuter unter dem Sammelnamen „Melde“ geführt, der im wissenschaftlichen Sinne nur für die *Atriplex*-Arten gebräuchlich ist, aber in viel treffenderer Weise als die Bezeichnung „Gänsefuß“, wie die Mehrzahl der Volksnamen auf die Eigentümlichkeiten dieser Pflanzen Bezug nimmt.

Die Bezeichnung „Melde“, im Althochdeutschen Mulde, im Mittelhochdeutschen Molte (= Staub), ist wohl auf die wie mit Mehl bestäubt aussehenden Blätter zurückzuführen und meist in den lokalen Schreibarten wiederzufinden. So Mell, Mull (im Plattdeutschen), Melle, Melln (Gotha), Multn (Böhmerwald), Malden (Nordböhmen), Molken (Egerland, Kärnten), Mulda, Molda, Muldakraut (Schwäbische Alp), Melbe(n), Mehlbala, Mählbela, Mähljä (Schweiz).

Auf die Bevorzugung von Miststätten und ähnlichen Plätzen als Standort deuten die Bezeichnungen Meßmäh (Altmark), Mesmelle (Nördliches Braunschweig), Schißmell (Eifel, Koblenz), Schasmolan (Böhmerwald), Scheißmolten, Scheißmaljen (Tirol), Miss-

¹⁾ Die Ausführungen stützen sich im wesentlichen auf Angaben von G. Hegi (19, S. 225).

Malter(en), Schieß-Martele(n) (Schweiz), Hundsschiß (Aargau, Waldstätten). Nach Ascherson und Graebner sollen die Bezeichnungen Schießmelde, Scheißmalte (Tirol) auf die gelind abführende Wirkung des Krautes Bezug nehmen.

Das Aussehen der Früchte wird angedeutet durch die Bezeichnung Lusemelde (Lausmelde).

III. Beschreibung der Pflanze.

1. Allgemeiner Wuchs.

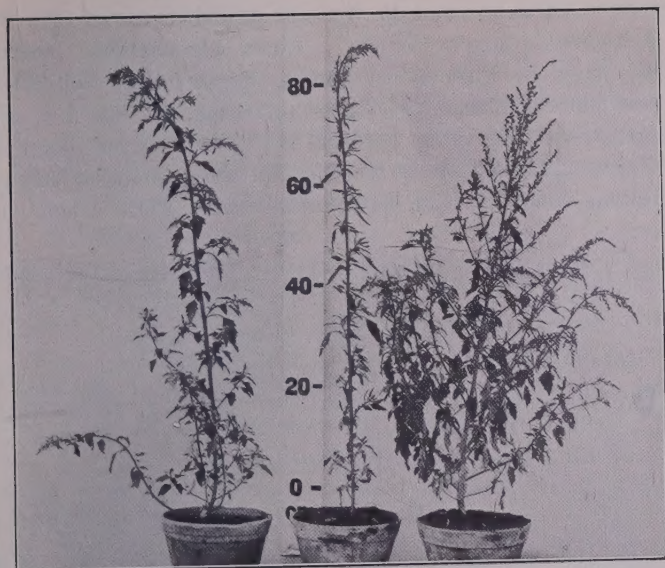
Chen. album ist eine einjährige, krautige Pflanze, die auf zugänglichen Standorten beträchtliche Ausmaße erreichen kann, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, die eine 1,50 m hohe, reichlich verzweigte Pflanze von üppiger Entwicklung zeigt.

In ihrem Wuchs ist die Pflanze wie kaum eine andere sehr uneinheitlich. Dies wird bereits augenfällig, wenn wir nur eine geringe Anzahl von Pflanzen, deren Entwicklung ungehindert vor sich gehen konnte, einer Betrachtung unterziehen. Um einige Beispiele der Mannigfaltigkeit der Formen anzuführen, sind in den folgenden Abbildungen Nr. 2—4 einige besonders charakteristische und auffällige Wuchsformen wiedergegeben. Es handelt sich bei diesen um Pflanzen, die sich im Felde frei entwickeln konnten, also eine Beeinträchtigung in ihrem Wuchs nicht erfahren hatten.



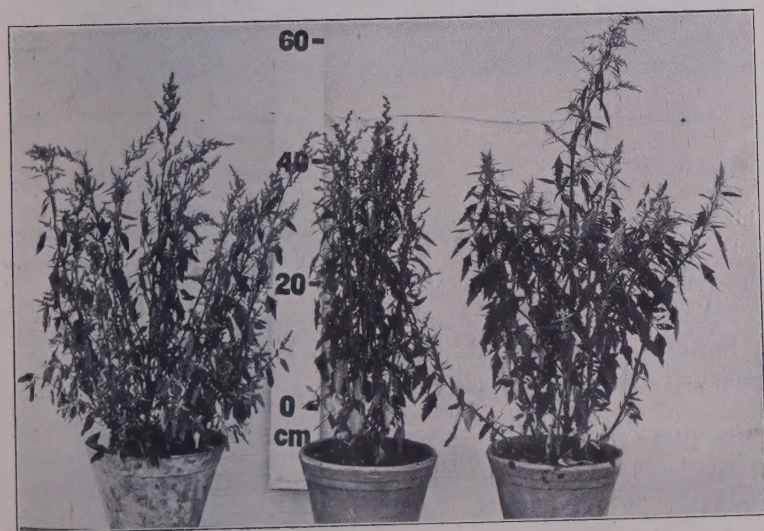
Abb. 1.

Abb. 2 zeigt uns einige Formen, die sich in der Ausbildung der Verzweigung unterscheiden. In 2 b finden wir eine unverzweigte Form, in 2 a eine solche, die nur an der Basis einige längere



a b c

Abb. 2.



a b c

Abb. 3.

Seitentriebe aufweist, und in 2 c eine reichlich verzweigte Form von pyramidenförmigem Wuchs. Einen eigenartigen buschigen Wuchs zeigen die Formen der Abb. 3, deren untere Seitenzweige eine besondere Längenentwicklung aufweisen, so daß in a und b der Haupttrieb fast völlig verdeckt wird, in c durch das Fehlen einer Verzweigung am oberen Teil des Mitteltriebes dieser besonders zur Geltung kommt. Eine völlig abweichende Form sehen wir in

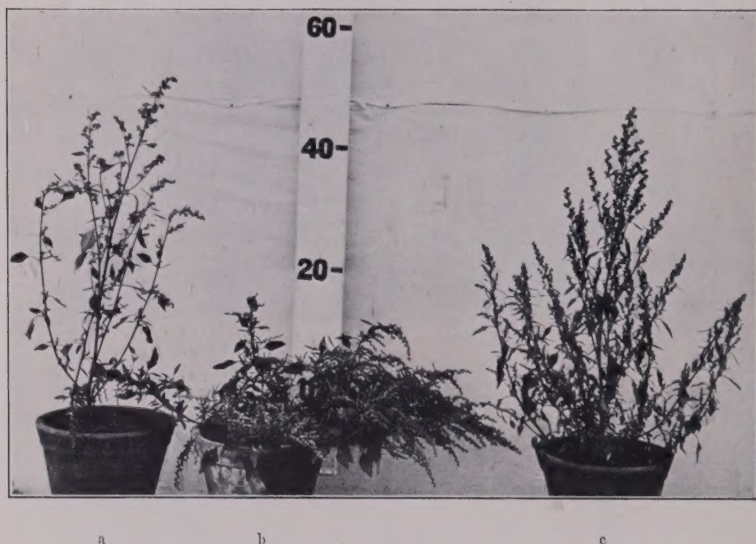


Abb. 4.

Abb. 4b, die uns eine Pflanze von niederliegendem Wuchs zeigt; in 4a finden wir eine lockere, unregelmäßige Form, in 4c wiederum eine reichlich verzweigte Form.

Eine derartige Vielgestaltigkeit der Formen kann naturgemäß in Kulturen, die einen dichteren Stand aufweisen, nicht in Erscheinung treten. So finden wir z. B. in unseren Halmfrüchten meist einfache oder wenig verzweigte Formen. Diese werden in erster Linie solche sein, bei denen das Fehlen einer Verzweigung erblich bedingt ist, denn diese Formen sind hier den anderen gegenüber im Vorteil. Es ist aber selbstverständlich, daß auch die verzweigten Formen sich den gegebenen Verhältnissen anpassen und hier unverzweigt erscheinen werden.

2. Wurzel.

Die Wurzel ist eine wenig verzweigte Pfahlwurzel. Stark ausgebildet ist das Faserwurzelssystem, das nur von einigen wenigen stärkeren Seitenwurzeln unterbrochen wird, die meist in nicht allzu großer Tiefe nur wenig geneigt zur Oberfläche verlaufen.

Der Tiefgang der Wurzel wird je nach Wuchsform verschieden sein. Wurzelauswaschungen konnten leider nicht zur Durchführung gelangen, da hierfür ein geeignetes Gelände nicht zur Verfügung stand. Ausgrabungen ergaben bei etwa 50 cm hohen Pflanzen eine Wurzellänge von über 30 cm, bei etwa 1 m hohen Pflanzen eine solche von über 50 cm. Es ist selbstverständlich, daß man mit Ausgrabungen den wirklichen Tiefgang der Wurzeln nicht erfassen kann, da die Wurzelenden auch bei größter Vorsicht zu leicht abbrechen; es muß daher mit einem noch wesentlich größeren Tiefgang gerechnet werden. Wie stark das Wurzelsystem ausgebildet ist, geht daraus hervor, daß ältere Pflanzen einem Ausreißen fast unüberwindlichen Widerstand entgegensetzen.

Auffällig ist der Knick zwischen Wurzel und Stengel, der bereits frühzeitig und fast ständig in Erscheinung tritt.

3. Stengel.

Der Wuchs des Stengels ist meist aufrecht, seltener aufstrebend oder gar ganz niederliegend. Die Längenentwicklung schwankt von wenigen cm bis zu 2 m und darüber. Meist beträgt sie etwa 0,80 bis 1,20 m. Auf die mannigfache Ausbildung der Verzweigung wurde schon bei der Beschreibung der Abbildungen 1—4 eingegangen, worauf verwiesen sei.

Die Form des Stengels ist im Jugendstadium rundlich und glatt, bei älteren Pflanzen stumpfkantig, gefurcht, im Querschnitt ziemlich regelmäßige fünfeckig. Dieser Querschnitt ist ein sehr einfaches Mittel, die zur Gattung *Chenopodium* gehörigen Arten von denen der Gattung *Atriplex* zu unterscheiden, welche letztere im unteren Teil des Stengels ein annäherndes Viereck im Querschnitt aufweisen.

Die Farbe des Stengels ist grün, bei älteren Pflanzen hell-, sehr oft rotstreifig. Zuweilen ist die ganze Pflanze rot überlaufen.

Der Stengel älterer Pflanzen ist im Innern von Mark erfüllt.

4. Blatt.

Die Blätter sind mehr oder weniger langgestielt, in Spiralstellung am Stengel angeordnet, und zwar sowohl in $2\frac{1}{5}$ als auch in $1\frac{1}{5}$ Divergenz. Beide Divergenzen scheinen in gleicher Häufigkeit vorzuliegen, wie Auszählungen von 100 Pflanzen ergaben. Gleiche Verhältnisse sind auch an den Seitenzweigen vorhanden, wenn auch weniger deutlich erkennbar, da eine Hinwendung zum Licht unter Torsion der Blattstiele und Blätter erfolgt.

Die Form und Größe der Blätter ist wechselnd je nach Stellung an der Pflanze, Standort und Wuchsform. Die ersten Blätter über den Kotyledonen sind fast eiförmig und ganzrandig. Die mittleren Blätter des Stengels und die der größeren Äste zeigen meist eine aus keilförmigem Grunde eiförmig-rhombische bis länglich-rhombische Gestalt. Sie sind meist buchtig gezähnt. Das Längen-Breitenverhältnis ist 3:2. Nach oben zu werden die Blätter schmaler, ganzrandig, lanzettlich. Auf nicht zusagenden Standorten sowie bei vorgeschrittener Entwicklung sind häufig nur Blätter von lanzettlicher Form anzutreffen.

Das Grün der Blätter wechselt von lebhaft grün bis blaugrün. Häufig sind sie rot berandet.

Eigentümlich ist die mehr oder minder starke Behaarung der Blätter wie überhaupt der ganzen Pflanze. Diese Haare sind blasenförmig ausgebuchtete, wasserführende Zellen, die nach Volkens (10) physiologisch wahrscheinlich als eine Verstärkung des epidermalen Speichergewebes für Wasser zu gelten haben. Bei leichter Berührung, im Alter sowie bei Trockenheit schrumpfen diese Haare und bilden dann das, was man in den systematischen Werken als Mehl der Pflanze, vulgär auch als Wachsüberzug bezeichnet.

5. Blüte.

Die einfachen, unscheinbaren Blüten sind zwittrig. Die Blütenhülle wird von dem fünfteiligen, krautigen, grünen Perigon gebildet, das gleichfalls mit Blasenhaaren bedeckt ist. Die einzelnen Perigonblätter sind am Rücken scharf oder rundlich gekielt, wobei jedoch auch Übergänge zu verzeichnen sind. Die fünf Staubgefäße stehen den Perigonabschnitten gegenüber und sind dem Grunde der Blüte eingefügt. Der oberständige Fruchtknoten enthält eine Samenanlage und ist in einen kurzen Griffel mit 2—3 Narben ausgezogen.

Die Blüten sind zu Knäueln gehäuft, die, mehr oder weniger dicht angeordnet, den meist reichlich verzweigten Blütenstand bilden. Gleich den anderen Merkmalen der Pflanze ist auch die Form des Blütenstandes außerordentlich wechselnd. Zumeist finden wir ährig-rispige Blütenstandsformen, seltener rispig-trugdoldige Blütenstandsformen in mannigfacher Anordnung und Gestaltung.

6. Frucht und Samen.

Die Frucht ist nach Thomé (43) eine nußartige Steinfrucht. Sie ist fast kreisrund, abgeflacht, von matt schwarzgrauer Farbe.

Der Same, fast stets von Teilen der häutigen, feingekörnten Fruchtschale umgeben, ist tiefschwarz, glänzend, sehr fein punktiert und zeigt einen mehr oder weniger scharfen Rand. Der Keimling ist ringförmig um das Nährgewebe gelagert.

Um die Dimensionen der Samen festzustellen, wurden je 100 Samen von Formen, die sich in ihrer Reifezeit und in ihrem Wuchs stark voneinander unterschieden, mit der Schublehre gemessen. Die Ergebnisse, die variationsstatistisch verrechnet wurden, sind in folgender Übersicht angeführt.

Übersicht 1.
Dicke der Samen.

Samenform	n	A mm	μ	μ %	δ	δ %
Mittelfrüh . . .	100	0,77	0,004	0,57	0,044	5,7
Früh	100	0,69	0,004	0,56	0,039	5,6
Spät	100	0,67	0,004	0,59	0,043	5,9

Durchmesser der Samen.

Samenform	n	A mm	μ	μ %	δ	δ %
Mittelfrüh . . .	100	1,36	0,005	0,39	0,054	3,9
Früh	100	1,27	0,007	0,59	0,076	5,9
Spät	100	1,18	0,005	0,43	0,052	4,3

Wir sehen, daß die Dimensionen der Samen der einzelnen Formen ziemlich beträchtlich voneinander abweichen. Die Unterschiede spiegeln sich naturgemäß auch in den Tausendkorngewichten der Samen wider, wie aus folgender Übersicht hervorgeht.

Übersicht 2.

Tausendkorngewicht der Samen.

Samenform	g	m \pm	m %
Mittelfrüh	0,912	0,00059	0,647
Früh	0,759	0,00017	0,224
Spät	0,613	0,00031	0,491

Tausendkorngewicht der Früchte mit Perigon.

Samenform	g	m \pm	m %
Mittelfrüh	1,185	0,00048	0,428
Früh	0,897	0,00049	0,550
Spät	0,737	0,00046	0,619

Nach Baar (3) zeigt nun *Chen. album* einen Dimorphismus der Samen, eine „Heterospermie, die nicht mit einer Heterokarpie verknüpft ist“. Es sind nach ihm zweierlei Samenformen zu unterscheiden, die an ein und derselben Pflanze vorzufinden sind. Die Samen der einen Form sind rund, von einer glänzend schwarzen und glatten Hülle umgeben, also gleich denen, wie sie oben beschrieben wurden, die anderen sind von flacher, zugespitzter Gestalt, haben eine hellbraun gefärbte, mehr oder weniger matte Testa und durchschnittlich viel geringere Dimensionen. Auch in dem Bau der Samenschale sind Unterschiede festzustellen. So erwähnt Baar, daß die Testa der schwarzen Samen etwa viermal so dick ist wie die der hellen, und daß erstere aus mehr oder weniger isodiametrischen Zellen, letztere aus schmalen, nach einer Richtung gestreckten Zellen aufgebaut ist. Diese hellen Samen konnten auch von mir beobachtet werden. Sie zeigen jedoch durchaus nicht immer die flache, zugespitzte Gestalt, sondern sehr oft die rundliche Form der schwarzen Samen, zu denen auch in der Färbung Übergänge bestehen. Es ist also keine scharfe Abgrenzung möglich. Besonders auffällig ist nun, daß diese hellen Samen nur bei Pflanzen vorgefunden wurden, die ihre Entwicklung erst spät im Herbst zum Abschluß brachten, während frühe, gänzlich zur Reife gelangte Formen die hellen Samen nicht aufwiesen. Es kann daher, wenn überhaupt, nur von einer „reinen Heterospermie“ der spätreifenden Formen gesprochen werden.

IV. Einteilung der Formen.

Der fast unerschöpfliche Formenreichtum des weißen Gänsefußes gab naturgemäß seit langem zu eingehenden Studien zwecks Einteilung der Formen Veranlassung. Dadurch jedoch, daß die Pflanze, wohl infolge der ausgesprochenen Fremdbefruchtung, außerordentlich veränderlich ist, sind diese Bemühungen bisher meist nicht von befriedigendem Erfolge gewesen. Selbst die in den neueren Floren als maßgebend geltende Einteilung von Murr (1) muß noch als sehr unvollkommen bezeichnet werden.

Nach Murr ist die Gesamtart *Chenopodium album* in zwei Formengruppen, *Chen. album spicatum* und *Chen. album viride*, und jede dieser Gruppen in eine größere Anzahl von Unterarten zu gliedern.

Die Formengruppen werden von Ascherson und Graebner (1) wie folgt, beschrieben:

1. Formengruppe *spicatum*: „Pflanze mehr oder weniger deutlich weiß mehlig bestäubt, seltener schwach bestäubt oder verkahlend, auch selten rot überlaufen. Stengel meist aufrecht, mit aufrecht abstehenden Ästen. Blätter mäßig lang gestielt, ihr Stiel fast stets kürzer als die Spreite, die beiden unteren Seitennerven am Grunde der Spreite oder doch nur wenig höher abgehend. Blütenstände meist zu dichten aufrechten Scheinähren verbunden. Hierher gehören die häufigsten Formen.

2. Formengruppe *viride*: Stengel aufrecht bis niederliegend, grün und oft (häufiger als bei vor.) rotgestreift. Blätter langgestielt, eiförmig-rhombisch bis rhombisch oder eiförmig-lanzettlich bis lanzettlich, stets länger als breit, ungezähnt oder verschiedenartig gezähnt, mehr oder weniger lebhaft grün, oft rot berändert, die beiden unteren Seitennerven vom Grunde der Spreite oder etwas höher entspringend. Gesamtblütenstand meist trugdoldig-rispig, untere Äste meist mit lanzettlichen, ganzrandigen Tragblättern, Blütenstände meist zuletzt entfernt, oft groß. Nur die jungen Teile der Pflanze mehlig bestäubt, meist auch die Blattunterseite bald verkahlend.“

Die Formengruppen sind nach Ascherson und Graebner nicht scharf voneinander getrennt, auch besteht bezüglich der Konstanz vieler Unterarten noch eine große Unsicherheit, so daß es wenig zweckmäßig erscheint, auf weitere Einzelheiten dieser Einteilung einzugehen.

Versucht man die im Freilande anzutreffenden Pflanzen in obige Gruppen einzuordnen, so kann man fast stets die Beobachtung machen, daß die der Gruppe *spicatum* nahestehenden Formen zur Frühereife neigen, während die der Gruppe *viride* im allgemeinen eine weit längere Vegetationsdauer aufweisen. Besonders deutlich konnte diese auffällige Erscheinung bei meinen Kulturen beobachtet werden. Mitte Mai hatte ich Samen verschiedener Herkunft unter gleichen Bedingungen zur Aussaat gebracht. Der sich daraus entwickelnde Pflanzenbestand ließ besonders bei zwei Herkünften beträchtliche Unterschiede im Wuchs und vor allem in der Vegetationsdauer erkennen. Die Samen der einen Herkunft entstammten den Abgängen von Serradella, die der anderen waren Mitte Oktober auf einem Hackfruchtschlage gesammelt worden. Die aus ersterer Herkunft entstandenen Pflanzen erreichten eine Höhe von etwa 1,20 m und schlossen ihr Wachstum Anfang September ab, die der letzteren entwickelten sich bis zu einer Höhe von 1.50—2 m und zeigten noch Ende Oktober zur Zeit ihrer Ernte ein ziemlich frisches Aussehen. Im Freilande treten naturgemäß diese Unterschiede weniger deutlich zutage, da die Auflaufzeit nicht einheitlich ist. Außerdem sind auch hier Übergangsformen vorhanden, die eine Mittelstellung in der Reifezeit einnehmen.

Diese Unterschiede in der Reifezeit, die verschieden lange Vegetationsdauer lassen es bei Betrachtung der Pflanze als landwirtschaftliches Unkraut zweckmäßig erscheinen, unter diesem Gesichtspunkt eine Einteilung vorzunehmen und zu unterscheiden zwischen frühen, mittelfrühen und späten Formen.

V. Leben der Pflanze.

1. Keimungsbiologie.

Bei der Betrachtung einer Pflanze als landwirtschaftliches Unkraut ist die Kenntnis ihrer Keimungsbiologie von großer Bedeutung.

Die Keimungsbiologie des weißen Gänsefußes ist bisher im Vergleich zu anderen Unkräutern nur in geringem Maße Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Dies gab Veranlassung, auf ihre Erforschung des näheren einzugehen.

Der große Formenreichtum und die dadurch bedingte verschieden lange Vegetationsdauer der Pflanzen ließen es angebracht erscheinen, der Beschaffung eines einheitlichen Samenmaterials für

die Keimprüfungen besondere Beachtung zuteil werden zu lassen. Dies wurde dadurch angestrebt, daß frühe und späte Formen auf hiesigem Institutsgelände gleichzeitig zum Anbau gelangten. Es wurden zur Gewinnung des Samenmaterials angebaut:

1. eine frühreife Form; als Saatgut dienten Samen, die aus Reinigungsabfällen von *Serradella* ausgelesen waren.

2. eine späte Form, deren Saatgut von Pflanzen stammte, die im Herbst auf einem Hackfruchtschlage gesammelt waren.

3. eine mittelfrühe Form, für die Saatgut vom Botanischen Garten Berlin-Dahlem zur Verfügung gestellt worden war. Diese zeichnete sich infolge des jahrelangen Anbaues im Unkrautgarten des Botanischen Gartens durch eine große Ausgeglichenheit aus, so daß sie besonders geeignet erschien, ein einheitliches Material für die Keimprüfungen abzugeben.

Die Ernte der frühen Form wurde nach völliger Reife Ende September, zur gleichen Zeit die der mittelfrühen Form, die Ernte der späten Form Ende Oktober vorgenommen.

Die Aufbewahrung der Samen erfolgte bei Zimmertemperatur.

Die Keimversuche wurden jeweils mit 4mal 100 voll ausgereiften Samen durchgeführt. Die hellen dimorphen Samen der späten Form wurden gesondert geprüft und der jeweilige Versuch meist mit allen vier Samengruppen durchgeführt, so daß in den meisten Fällen 1600 (4mal 400) Samen zur Prüfung eines einzigen die Keimung beeinflussenden Faktors ausgelegt wurden.

Als Keimgefäße dienten 10 cm hohe, poröse Blumentöpfe mit Abflußöffnung; der obere Durchmesser betrug 8 cm, der untere 5,5 cm. Als Keimmedium wurde gewaschener und sterilisierter, feiner, weißer Flußsand benutzt. Jeweils 4 Töpfe, und zwar die Wiederholungen je einer Versuchsgruppe, standen in einem Untersatz, wie er für die Mitscherlichgefäße benutzt wird. Aus diesem erfolgte die Wasserzuführung, so daß eine Gewähr für eine gleichmäßige Durchfeuchtung des Mediums auf einfache Art gegeben war. Auch konnte durch diese Anordnung zu Beginn des Versuches gleich soviel Wasser in die Schalen gefüllt werden, daß es für die ganze Versuchsdauer ausreichte, also unerwünschte Wechseltemperaturen nicht entstehen konnten. Die Gefäße (Blumentöpfe) wurden bis auf 1,5 cm unter den Rand mit dem Medium gefüllt, die Oberfläche geglättet und die Samen nach gleichmäßiger Verteilung etwas eingedrückt. Zwecks Verdunkelung wurden die Gefäße mit schwarzem, starkem Papier bedeckt.

Eine Versuchsdauer von 14 Tagen wurde für genügend erachtet, da nach dieser Zeit nur noch vereinzelt weitere Keimungen zu verzeichnen waren. Die Auszählung der gekeimten Samen wurde täglich vorgenommen.

Bei der Darstellung von Keimversuchen war es bisher allgemein üblich, den Verlauf der Keimung durch Anführung der täglich gekeimten Samen wiederzugeben. Diese Art der Darstellung ist infolge der vielen Zahlen recht unübersichtlich, besonders wenn die Tageskeimungen fortlaufend addiert werden. Hier weist nun Gaßner (16) einen Weg, durch eine einfache, rechnerische Methode den ganzen Keimverlauf in einer Zahl treffend zu charakterisieren. Danach werden die Keimungsergebnisse der einzelnen Tage mit der Zahl der nach dem Ansetzen des Versuches jeweils verflossenen Tage multipliziert und die Summe der so gewonnenen Werte, die die Gesamtkeimdauer sämtlicher Samen darstellt, durch die Gesamtzahl der Keimungen dividiert. Hierdurch erhalten wir die durchschnittliche Keimdauer der Samen. Gaßner nennt die so errechnete Zahl „durchschnittliche Keimgeschwindigkeit“. Man wird zugeben müssen, daß diese Methode recht brauchbar ist, um den Keimverlauf durch eine einzige Zahl zur Darstellung zu bringen. Dies wird besonders dann von Nutzen sein, wenn man mehrere Keimversuche hinsichtlich ihrer Keimschnelligkeit miteinander vergleichen will. Es soll deshalb im folgenden von dieser Methode Gebrauch gemacht werden.

Die in den Übersichten angeführten Keimprozente sind die aus den 4 Wiederholungen berechneten Mittelwerte. Von einer Angabe des mittleren sowie des prozentischen mittleren Fehlers wurde abgesehen, da letzterer infolge der meist geringen Keimprozente hohe Werte aufweisen würde. Einen gewissen Maßstab für die Brauchbarkeit der Versuche bietet uns aber auch die durchschnittliche Abweichung vom Mittel, die bei den Mittelwerten mit angegeben ist.

a) Einfluß der Hartschaligkeit.

Bei der Beschreibung der Pflanze wurde erwähnt, daß unter den Samen der spätreifenden Form häufig außer den üblichen schwarzen Samen auch solche von hellerer Farbe, oft abweichender Gestalt und dünnerer Samenschale vorzufinden sind. Baar (3), der diese zweierlei Samenformen beobachtete und deshalb eine Heterospermie der Samen des weißen Gänsefußes annimmt, fand

an Hand von Quellungs- und Keimversuchen mit beiden Samenformen, daß sich die hellen Samen durch eine bedeutend raschere Wasseraufnahme und größere Keimschnelligkeit auszeichnen. Dies bestätigen eigene Keimversuche, die mit schwarzen und hellen Samen der späten Form bei Zimmertemperatur im Dunkeln angestellt wurden.

Übersicht 3.

	Gekeimt nach 14 Tagen in %	Durchschnittliche Abweichung vom Mittel	Durchschnittliche Keimdauer in Tagen:
Schwarze Samen . . .	8,5	1,75	5,53
Helle Samen	85,5	3,5	1,37

Die Zahlen zeigen, daß die hellen Samen nicht nur bedeutend höhere Keimprozente, sondern desgleichen auch eine enorme Keimschnelligkeit aufweisen, wie aus den Zahlen der durchschnittlichen Keimdauer hervorgeht.

Dieses abweichende Verhalten ist nach Baar durch Unterschiede im Bau der Testa und der damit zusammenhängenden verschieden raschen Wasseraufnahme bedingt. Nach seinen Untersuchungen ist die Testa der schwarzen Samen etwa viermal so dick wie die der hellen. Daß die Dicke der Samenschale bzw. ihre geringe Durchlässigkeit für Quellungswasser als hemmender Faktor anzusehen ist, folgert er daraus, daß ein Anfeilen der schwarzen Samen eine Keimung von 60—70%, zuweilen sogar von 100% ergab.

Diese Feststellungen Baars wurden bereits von Krug (29) einer Nachprüfung unterzogen und bestätigt. So ergab ein Versuch mit 3 Monate alten „angestochenen“ Samen bei Zimmertemperatur eine Keimung von 85%, mit „ungestochenen“ eine solche von nur 1%.

Eigene Versuche in dieser Richtung wurden nicht nur mit angefeilten Samen durchgeführt, sondern auch mit solchen, die mit konzentrierter Schwefelsäure vorbehandelt worden waren. Als Dauer dieser Vorbehandlung wurde eine Zeit von 20 Minuten für zweckmäßig erachtet. Zwecks Neutralisation der den Samen anhaftenden Säure wurden diese 5 Minuten lang in eine gesättigte Sodalösung gebracht und dann mit Wasser abgespült. Die Versuchsanstellung erfolgte am 10. IV. 1929 bei Zimmertemperatur im Dunkeln.

Die Ergebnisse sind in Übersicht 4 niedergelegt. Diese zeigt, daß die unbehandelten Samen in ihren Keimprozenten eine verhältnismäßig geringe Höhe aufweisen. Dies ist besonders für die Samen der frühen und späten Form zutreffend. Auffällig ist, daß die Samen des Erntejahres 1928 sich in der Höhe ihrer Keimprozente kaum von denen des Erntejahres 1929 unterscheiden. Betrachten wir die Ergebnisse der angefeilten und der mit Schwefelsäure vorbehandelten Samen, so können wir feststellen, daß durch die Aufhebung der Undurchdringlichkeit der Samenschale für Quellwasser in allen Fällen eine sehr hohe Keimung zu verzeichnen ist. Des weiteren zeigen die Zahlen der durchschnittlichen Keimdauer, daß eine erhebliche Beschleunigung der Keimung erfolgt. Dies gilt in besonderem Maße für die mit Schwefelsäure vorbehandelten Samen, bei denen ein allseitiger Zutritt des Wassers vor sich gehen konnte.

Übersicht 4.
Einfluß der Hartschaligkeit.

Samen- form	Ernte- jahr	Behand- lung	gekeimt nach 14 Tagen in %	durch- schnittl. Ab- weichung vom Mittel	durch- schnittl. Keim- dauer in Tagen	anor- mal ge- keimt in %	durch- schnittl. Ab- weichung vom Mittel
mittelfrüh	1929	unbehandelt	32,75	3,625	5,90		
früh. . . .	1929	"	3,00	1,00	5,75		
spät. . . .	1929	"	8,50	2,25	5,23		
mittelfrüh	1929	gefeilt	85,50	3,0	3,62	15,75	2,25
früh. . . .	1929	"	86,75	3,25	3,87	17,00	3,00
spät. . . .	1929	"	86,75	2,25	3,80	16,25	1,75
mittelfrüh	1929	20 Minuten	92,50	1,75	2,90		
früh. . . .	1929	konzentr.	85,00	1,50	2,97		
spät. . . .	1929	Schwefels.	91,75	1,75	2,57		
mittelfrüh	1928	unbehandelt	46,50	4,25	5,18		
früh. . . .	1928	"	5,00	0,25	6,56		
spät. . . .	1928	"	9,00	2,00	5,43		
mittelfrüh	1928	gefeilt	93,25	1,25	3,74	12,25	0,75
früh. . . .	1928	"	87,25	2,25	3,99	17,25	2,75
spät. . . .	1928	"	85,25	2,25	3,54	17,75	1,875

Auch unsere Versuche bestätigen also die Feststellung Baars, daß die Testa der schwarzen Samen als keimhemmender Faktor anzusehen ist. Die geringe Durchlässigkeit für Quellungswasser, die „Hartschaligkeit“, befähigt die Samen, den zerstörenden Einflüssen im Ackerboden zu widerstehen; selbst unter günstigen Bedingungen werden nicht alle Samen gleichzeitig zur Keimung kommen.

Wie aus der Übersicht hervorgeht, war bei den Versuchen mit den angefeilten Samen eine ziemlich beträchtliche Anzahl anormal gekeimter Samen zu verzeichnen. Es unterblieb in diesen Fällen zumeist der Austritt der Keimwurzel, oder diese trat erst nach den Kotyledonen hervor, oder es zeigten sich auch sonstige Unregelmäßigkeiten. Nach kurzer Zeit gingen diese anormalen Keimlinge meist zugrunde. Ein gleiches Ergebnis erzielte Wehsarg (47, S. 32) bei Versuchen mit angeritzten Samen der Rutenmelde (*Atriplex patulum*).

Auffällig ist, daß sowohl Baar als auch Krug bei ihren Versuchen mit angefeilten bzw. angestochenen Samen anscheinend eine anormale Keimung nicht beobachtet haben; jedenfalls erwähnen sie nichts davon.

Wodurch ist nun die anormale Keimung der angefeilten Samen bedingt?

Sie wird vor allem darin begründet sein, daß bei dem Anfeilen eine Verletzung des Embryos erfolgte. Infolge der geringen Größe der Samen und der ringförmigen Anordnung des Embryos läßt sich nämlich das Anfeilen nicht immer ohne eine, wenn auch nur geringfügige Verletzung des Embryos durchführen, und wenn eine solche erfolgt ist, läßt sich dies auch kaum feststellen. Daß aber eine Verletzung des Embryos eine anormale Keimung verursacht, zeigte ein Versuch, der mit Samen der mittelfrühen Form bei absichtlicher Verletzung desselben angestellt wurde. In allen Fällen erfolgte eine anormale Keimung. Dies hat auch schon Wehsarg bei seinen Versuchen mit der Rutenmelde beobachtet.

Daß aber wohl außer der Verletzung des Embryos auch noch andere Einflüsse die anormale Keimung bedingen werden, zeigt die weitere Beobachtung Wehsargs, daß bei der Rutenmelde anormale Keimung häufig auch dann eintrat, wenn nur die äußere Schale, nicht aber der eigentliche Same verletzt worden war.

b) Einfluß der Keimreife.

Über den Einfluß der Keimreife auf die Keimung liegen Versuche von Krug (29) vor, die bei Zimmertemperatur im Lichte angestellt wurden. Die Ergebnisse sind nach der graphischen Darstellung etwa folgende:

Alter der Samen:	frisch	3 1/2	5 1/2	7 1/2	10 Monate
gekeimt in % :	2	1	15	23	40

Die Zahlen zeigen, daß ein nur langsames Ansteigen der Keimprozente erfolgt.

Da, wie die vorigen Ausführungen ergaben, die Samen des weißen Gänsefußes durch Hartschaligkeit ausgezeichnet sind, werden wir durch Keimversuche mit unbehandelten Samen kein genaues Bild über den Zustand der Keimreife der Samen erhalten. Es wurden deshalb nicht nur unbehandelte Samen in verschiedenen Intervallen zur Keimung ausgelegt, sondern auch des öfteren solche, die zwecks Aufhebung der Hartschaligkeit angefeilt worden waren. Die Ergebnisse dieser Keimprüfungen bringt Übersicht 5. Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur (18°—21° C) im Dunkeln durchgeführt.

Die Zahlen zeigen, daß auch hier bei den unbehandelten Samen — wenn wir von den hellen Samen der späten Form absehen — mit dem zunehmenden Alter nur ein sehr langsames Ansteigen der Keimprozente erfolgt, daß dieses um so geringer ist, je hartschaliger die Samen sind. So weisen bei einem Alter von 6 Monaten die sehr hartschaligen Samen der frühen Form nur 3 Keimprozente auf. Höhere Zahlen finden wir bei den Samen der späten Form, die bei gleichem Alter zu 18,25% gekeimt sind, und verhältnismäßig hohe Zahlen bei den am wenigsten hartschaligen Samen der mittelfrühen Form, die schon nach 1 1/2 Monaten 18,25. nach 6 Monaten 32,75 Keimprozente ergeben.

Wenn wir aus diesen Ergebnissen einen Schluß auf den Keimreifezustand ziehen wollen, so müßte man hiernach annehmen, daß die volle Keimreife noch nicht erreicht ist, da bis zum 7. Monat noch immer ein Ansteigen der Keimprozente zu beobachten ist. Andererseits zeigt ein Rückblick auf Übersicht 4, daß die unbehandelten Samen derselben Formen des Erntejahres 1928, also Samen, die ein ganzes Jahr älter sind, auch nicht wesentlich höhere

Unbehandelte Samen: Gefeilte Samen:

Samenform	Alter der Samen	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	Keimdauer in Tagen	durchschnittl. gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen	anormal gekeimt in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel
Mittelfrüh	frisch	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 Monat	4,75	1,75	7,47	86,25	4,25	3,99	41,25	3,75
	1 1/2 "	18,25	3,75	8,74					
	2 "	16,50	3,50	7,48					
	3 "	23,00	4,50	8,52					
	4 1/2 "	25,50	3,50	6,76	94,25	3,75	3,84	24,25	2,25
	5 "	22,25	4,25	6,30	99,00	0,00	4,06	15,25	1,75
Früh	6 "	32,75	3,625	5,90	85,50	3,00	3,62	16,75	2,25
	7 "	32,25	3,75	5,38					
	frisch	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 Monat	2,75	1,375	9,00	78,00	4,50	3,49	60,75	2,75
	1 1/2 "	0,50	0,50	7,50					
	2 "	2,00	1,00	6,00					
	3 "	2,00	1,00	7,00					
Spät (schwarze Samen)	4 1/2 "	0,75	0,375	9,67	83,75	3,125	3,27	43,50	4,00
	5 "	1,75	0,75	5,71	95,50	0,75	2,69	33,50	3,50
	6 "	3,00	1,00	5,75	86,75	3,25	3,87	17,75	3,25
	7 "	5,25	1,25	5,52					
	frisch	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 1/2 Monat	3,50	0,25	6,36	89,00	0,50	2,43	83,75	4,75
	2 "	3,25	0,25	5,69					
Spät (helle Samen)	3 "	2,75	0,825	5,55					
	3 1/2 "	4,50	0,75	6,78	83,00	4,00	2,37	40,50	3,25
	4 "	10,50	1,50	5,50	94,75	0,875	2,61	33,50	2,75
	5 "	8,50	2,25	5,23	86,75	2,25	3,80	16,25	1,75
	6 "	18,25	2,50	5,64					
	1 Monat	83,75	2,875	1,33					
	2 "	84,50	2,25	1,66					
2*	3 1/2 "	82,25	3,75	1,56					
	4 "	92,00	3,50	1,20					
	5 "	85,50	1,50	1,35					
	6 "	95,50	3,50	1,30					

Keimprozente aufweisen. Bei diesen Samen sollte man eigentlich erwarten, daß sie ihre volle Keimreife erlangt haben.

Abgesehen hiervon können uns vielleicht die Zahlen der durchschnittlichen Keimdauer einen gewissen Anhalt über den Keimreifezustand der Samen bieten. Die durchschnittliche Keimdauer zeigt bei allen 3 Formen mit zunehmendem Alter eine abfallende Tendenz und ist nach etwa 6 Monaten trotz der unterschiedlichen Keimprozente bei allen Formen fast die gleiche. Dieses und die Tatsache, daß auch die Samen des Erntejahres 1928 dieselbe durchschnittliche Keimdauer aufweisen (vgl. Übersicht 4), läßt vermuten, daß hier ein Optimum der Keimreife erreicht ist.

Betrachten wir nun die Ergebnisse der angefeilten Samen (Übersicht 5). Ein Anfeilen der Samen ergibt auch hier in allen Fällen eine sehr hohe Keimung. Daneben erscheint wiederum die anormale Keimung. Auffälligerweise ist nun der Prozentsatz der anormal gekeimten Samen um so höher, je frischer die Samen sind. Wenn auch angenommen werden muß, daß eine Verletzung des Embryos bei frischeren Samen eher erfolgen wird, da bei diesen infolge der geringeren Austrocknung, die sie erfahren haben, die Schale dem Embryo dichter ansitzt, so läßt doch das starke und verschieden schnelle Abfallen der anormal gekeimten Samen darauf schließen, daß die anormale Keimung mit der mehr oder weniger erlangten Keimreife der Samen in Beziehung stehen muß. Hiernach ist wohl der Schluß zulässig, daß die Keimreife um so später erreicht wird, je hartschaliger die Samen sind.

Dieser Schluß erscheint um so berechtigter, wenn wir die Keimergebnisse der hellen Samen betrachten, die bereits 4 Wochen nach der Ernte, höchstwahrscheinlich auch schon früher, volle Keimreife aufweisen.

Des weiteren läßt sich sagen, daß die schwarzen Samen nach etwa 6 Monaten ihre volle Keimreife erlangen. Dies ergibt sich daraus, daß nach 6 Monaten der Prozentsatz der anormal gekeimten Samen bei allen 3 Formen fast die gleiche Höhe aufweist und das Minimum erreicht zu sein scheint, und daß bei den Samen des Erntejahres 1928 nach etwa 1½-jähriger Aufbewahrung der Prozentsatz der anormal gekeimten Samen auch nicht geringer ist (vgl. Übersicht 4).

Sowohl die Versuche mit den unbehandelten, als auch die mit den angefeilten Samen ergeben also, daß die volle Keimreife der schwarzen Samen nach etwa 6 Monaten erreicht zu sein scheint.

c) Einfluß der Lagerung der Samen.

Um festzustellen, welche Art der Lagerung für das Zustandekommen der Keimreife bzw. der Keimung einen günstigen Einfluß auszuüben vermag, wurden Samen der frühen Form sofort nach der Ernte bei verschiedenen Temperaturen trocken und feucht kürzere und längere Zeit gelagert. Als Temperaturen wurden gewählt $\pm 0^{\circ}\text{C}$, -20°C und $+35^{\circ}\text{C}$.

Die Aufbewahrung der Samen bei der Temperatur von $+35^{\circ}\text{C}$ erfolgte in einem Thermostaten. Da für die tiefen Temperaturen Kühlschränke nicht zur Verfügung standen, wurden die Samen in dünnwandige Gläschen gelegt und diese in größeren Thermosflaschen gelagert, die zur Herstellung der Temperatur von $\pm 0^{\circ}\text{C}$ mit Eis, von -20°C mit einer Eis-Kochsalzmischung gefüllt wurden. Durch öfteres Nachfüllen gelang es, diese Temperaturen annähernd konstant zu erhalten.

Die Versuchsanstellung war die übliche. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Übersicht 6 angeführt, in ihr ist auch die jeweilige Lagerung der Samen ersichtlich.

Die Zahlen zeigen, daß eine 3- bzw. 14tägige Lagerung der Samen sowohl bei der hohen als auch bei den tiefen Temperaturen nur eine sehr geringe Förderung der Keimung herbeigeführt hat, so daß kaum von einer günstigen Beeinflussung gesprochen werden kann (vgl. die Versuche Nr. 1—7 und 17—22). Vorteilhafter wirkt sich, wie die Ergebnisse der übrigen Versuche beweisen, ein Wechsel von hoher und tiefer Temperatur bei der Lagerung aus. Innerhalb dieser Versuche ist ersichtlich, daß jeweils die höchsten Keimprozente dann zu verzeichnen sind, wenn die Samen zunächst bei einer Temperatur von $+35^{\circ}\text{C}$ trocken und darauf bei einer Temperatur von $\pm 0^{\circ}\text{C}$ feucht gelagert waren (vgl. die Versuche Nr. 14, 29 und 38). An zweiter Stelle stehen die Ergebnisse der Versuche, bei denen auf die trockene Lagerung bei $+35^{\circ}\text{C}$ eine feuchte bei -20°C folgte (vgl. die Versuche Nr. 16, 31 und 40). Bei umgekehrter Anordnung der Lagerung (zuerst bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$ bzw. -20°C und feucht, sodann bei $+35^{\circ}\text{C}$ trocken) ist, wie die Versuche Nr. 10, 25 und 34 bzw. 12, 27 und 36 zeigen, ein günstiger Einfluß kaum zu erkennen. Das gleiche gilt von den übrigen Versuchen, bei denen eine ausschließlich trockene Lagerung der Samen vorherging. Dies ist auch dann der Fall, wenn auf die hohe Temperatur die tiefen folgten.

Übersicht 6.
Einfluß der Lagerung.

Ver- suchs- Nr.	Art der Lagerung	ausgelegt am	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
1	unbehandelt	30. IX.	—	—	
2	"	3. X.	0,25	0,375	8,0
3	3 Tage \pm 0° C trocken	3. X.	2,0	1,5	7,75
4	3 Tage \pm 0° C feucht	3. X.	2,25	0,75	7,89
5	3 Tage — 20° C tr.	3. X.	0,5	0,5	11,0
6	3 " — 20° C f.	3. X.	1,0	0,5	8,75
7	3 " + 35° C tr.	3. X.	1,0	0,5	5,75
8	unbehandelt	7. X.	1,0	0,5	8,5
9	3 Tage \pm 0° C tr.	7. X.	2,5	1,25	7,7
	3 " + 35° C tr.	7. X.			
10	3 Tage \pm 0° C f.	7. X.	4,0	1,5	6,81
	3 " + 35° C tr.	7. X.			
11	3 Tage — 20° C tr.	7. X.	1,5	0,75	10,17
	3 " + 35° C tr.	7. X.			
12	3 Tage — 20° C f.	7. X.	3,5	1,5	6,87
	3 " + 35° C tr.	7. X.			
13	3 Tage + 35° C tr.	7. X.	1,0	0,75	6,5
	3 " \pm 0° C tr.	7. X.			
14	3 Tage + 35° C tr.	7. X.	19,0	2,5	5,45
	3 " \pm 0° C f.	7. X.			
15	3 Tage + 35° C tr.	7. X.	1,5	0,5	10,67
	3 " — 20° C tr.	7. X.			
16	3 Tage + 35° C tr.	7. X.	5,5	1,25	5,45
	3 " — 20° C f.	7. X.			
17	unbehandelt	14. X.	1,25	0,375	9,4
18	14 Tage \pm 0° C tr.	14. X.	1,25	0,375	7,0
19	14 " \pm 0° C f.	14. X.	4,75	0,875	10,37
20	14 " — 20° C tr.	14. X.	3,5	1,75	9,86
21	14 " — 20° C f.	14. X.	1,25	0,375	8,8
22	14 " + 35° C tr.	14. X.	3,0	0,5	8,33
23	unbehandelt	17. X.	0,75	0,75	10,67
24	3 Tage + 0° C tr.	17. X.	4,0	1,0	5,63
	14 " + 35° C tr.	17. X.			
25	3 Tage \pm 0° C f.	17. X.	7,25	1,25	7,34
	14 " + 35° C tr.	17. X.			

Fortsetzung zu Übersicht 6.

Ver- suchs- Nr.	Art der Lagerung	ausgelegt am	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
26	3 Tage -20°C tr.	17. X.	3,0	1,0	8,42
	14 " $+35^{\circ}\text{C tr.}$				
27	3 Tage -20°C f.	17. X.	6,0	2,0	7,54
	14 " $+35^{\circ}\text{C tr.}$				
28	3 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	17. X.	9,0	0,5	4,92
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C tr.}$				
29	3 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	17. X.	27,0	2,0	6,39
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$				
30	3 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	17. X.	1,25	1,25	5,4
	14 " -20°C tr.				
31	3 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	17. X.	16,0	1,0	6,33
	14 " -20°C f.				
32	unbehandelt	28. X.	2,25	1,375	9,0
33	14 Tage $\pm 0^{\circ}\text{C tr.}$	28. X.	7,75	1,25	5,45
	14 " $+35^{\circ}\text{C tr.}$				
34	14 Tage $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	28. X.	9,5	1,75	7,55
	14 " $+35^{\circ}\text{C tr.}$				
35	14 Tage -20°C tr.	28. X.	5,5	1,5	7,45
	14 " $+35^{\circ}\text{C tr.}$				
36	14 Tage -20°C f.	28. X.	4,25	1,875	5,88
	14 " $+35^{\circ}\text{C tr.}$				
37	14 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	28. X.	5,5	1,5	6,09
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C tr.}$				
38	14 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	28. X.	60,0	4,0	6,08
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$				
39	14 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	28. X.	2,75	0,75	6,09
	14 " -20°C tr.				
40	14 Tage $+35^{\circ}\text{C tr.}$	28. X.	33,0	4,5	7,68
	14 " -20°C f.				

6 Monate nach der Ernte wurden nochmals Samen derselben Form und Herkunft ähnlichen Bedingungen ausgesetzt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Übersicht 7 enthalten.

Diese zeigt, daß nunmehr die höchsten Keimprozentage dann zu verzeichnen sind, wenn die Samen nur bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$ feucht gelagert waren; eine vorhergehende Lagerung bei $+35^{\circ}\text{C}$ trocken, die sich bei frischen Samen so günstig auswirkte, hat jetzt keinen

Übersicht 7.
Einfluß der Lagerung.

Ver- suchs- Nr.	Art der Lagerung	ausgelegt am	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
41	unbehandelt	6. III.	1,75	0,75	5,71
42	14 Tage \pm 0° C tr.	6. III.	1,25	0,75	5,0
43	14 " \pm 0° C f.	6. III.	22,0	3,0	4,64
44	14 " \pm 35° C tr.	6. III.	3,75	1,25	6,98
45	unbehandelt	20. III.	4,75	2,125	5,78
46	28 Tage \pm 0° C tr.	20. III.	4,5	1,0	6,55
47	28 " \pm 0° C f.	20. III.	67,5	3,75	5,22
48	28 " \pm 35° C tr.	20. III.	2,5	0,5	6,56
49	14 " \pm 35° C tr.	20. III.	4,0	1,0	5,76
	14 " \pm 0° C tr.				
50	14 " \pm 35° C tr.	20. III.	16,25	3,875	4,42
	14 " \pm 0° C f.				

fördernden Einfluß mehr (vgl. Versuch Nr. 43 und 47 mit Versuch Nr. 50).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß tiefe Temperaturen bei feuchter Lagerung für die Keimung der Samen des weißen Gänsefußes von günstigem Einfluß sind, wie es bei einem Frühjahrskeimer auch nicht anders zu erwarten ist. Wenn frische Samen durch eine alleinige feuchte Lagerung bei \pm 0° C bei weitem nicht derart günstig beeinflusst werden, sondern sich diese erst nach einem vorübergehenden trocknen Aufstellen bei \pm 35° C als sehr vorteilhaft erweist, so wird dies darauf zurückzuführen sein, daß den frischen Samen die Keimreife noch völlig mangelt und diese durch die künstliche Trocknung schneller herbeigeführt wird. Die 6 Monate alten Samen haben die Keimreife erlangt und werden durch eine weitere Austrocknung geschädigt.

d) Einfluß der Temperatur.

Nach Bornemann (4, S. 99) bedürfen die Samen zur Keimung einer größeren Wärme. Krug (29), der ziemlich frische und ein Jahr alte Samen bei Temperaturen von 16° C, 24° C und 30° C zur Keimung auslegte, erhielt bei diesen Versuchen eine Keimung

von 12% als bestes Ergebnis. Infolgedessen erachtet er die Behauptung Bornemanns als nicht bewiesen.

Eigene Versuche wurden bei Temperaturen von 1° C, 3° C, 20° C, 25° C und 30° C durchgeführt. Andere Temperaturstufen ließen sich mit den mir zur Verfügung stehenden Mitteln nicht herstellen. Als Temperaturstufe von 20° C diente Zimmertemperatur (19°—21° C). Die Temperaturen von 25° und 30° C wurden durch Ausstrahlungen einer brennenden elektrischen Lampe in einem Thermostaten hergestellt. Die Schwankungen betrugen hierbei etwa 2° C, so daß sie denen der Zimmertemperatur gleich waren. Die Temperaturen von 1° und 3° C standen in einem Keimschrank zur Verfügung, in dem durch eine Kältemaschine diese Temperaturen konstant erhalten wurden. Als Samenmaterial dienten die üblichen drei Formen. Das Alter der Samen betrug 5–6 Monate, und zwar wurden sowohl unbehandelte als auch solche verwandt, die 14 Tage bei einer Temperatur von $\pm 0^\circ$ C feucht gelagert hatten. Die Versuche wurden im Dunkeln durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Versuche, die in Übersicht 8 niedergelegt sind, lassen erkennen, daß die höchsten Keimprozente bei einer Temperatur von 20° C erzielt werden. Ein abweichendes Verhalten zeigen nur die unbehandelten Samen der frühen und späten Form, die bei 25° C erhöhte Werte aufweisen. Hiernach kann wohl angenommen werden, daß die Besttemperatur bei etwa 20° C liegt. Oberhalb 20° C finden wir zumeist ein beträchtliches Abfallen der Keimergebnisse, die bei 30° C so gering sind, daß die Höchsttemperatur nahezu erreicht zu sein scheint. Dies gilt jedoch nicht von den hellen Samen der späten Form, die bei den Temperaturen oberhalb 20° C kaum geringere Keimprozente ergeben. Die große Keimenergie, die in der sehr geringen durchschnittlichen Keimdauer zum Ausdruck kommt, läßt die sonst unzuträglichen hohen Temperaturen nicht hemmend wirken. Betrachten wir nun die Ergebnisse der tiefen Temperaturstufen, so können wir feststellen, daß die hellen Samen auch hier eine Sonderstellung einnehmen. Bei 1° C sind sie bereits mit 76,25% ausgekeimt, während die schwarzen Samen aller Formen auch bei der höheren Temperatur von 3° C noch nicht mit der Keimung beginnen. Es mag sein, daß eine längere Versuchsdauer ein günstigeres Ergebnis bei den schwarzen Samen gezeitigt hätte, zumal auch die durchschnittliche Keimdauer der hellen Samen be-

Übersicht 8. Einfluß der Temperatur.

Samen unbehandelt.

Samenform	Temperatur	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
Mittelfrüh	1	—	—	
	3	—	—	
	20	25,5	3,25	6,24
	25	14,25	2,25	4,07
	30	1,0	1,0	4,0
Früh	1	—	—	
	3	0,25	0,375	7,0
	20	4,75	1,75	5,74
	25	9,75	2,25	4,36
	30	3,5	1,0	4,43
Spät (schwarze Samen)	1	—	—	
	3	1,0	0,5	11,0
	20	12,5	2,75	4,78
	25	13,75	2,25	3,91
	30	1,75	1,25	2,29
Spät (helle Samen)	1	76,25	3,0	5,41
	3	79,5	2,0	3,96
	20	91,75	2,375	1,32
	25	86,25	2,75	1,1
	30	88,25	1,75	1,08

Samen 14 Tage bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$ feucht gelagert.

Mittelfrüh	1	0,25	0,375	4,0
	3	0,25	0,375	8,0
	20	75,50	3,25	4,86
	25	33,25	4,75	3,19
	30	4,25	1,25	2,59
Früh	1	—	—	
	3	0,75	0,375	8,67
	20	23,5	1,5	5,64
	25	19,75	1,75	3,43
	30	3,5	0,5	3,14
Spät (schwarze Samen)	1	—	—	
	3	0,25	0,375	7,0
	20	50,0	3,5	5,16
	25	34,5	3,0	3,56
	30	2,75	1,75	3,17

trächtlich höher ist als sonst. Leider war eine längere Benutzung des Keimschranks und somit eine Durchführung weiterer Versuche bei Temperaturen oberhalb 3°C nicht möglich, so daß die Feststellung der Mindesttemperatur für die Keimung der schwarzen Samen weiteren Versuchen vorbehalten bleiben muß. Anzunehmen ist, daß die Mindesttemperatur nicht wesentlich über 3°C liegen wird.

Die Versuche bestätigen somit im großen ganzen die Beobachtungen Bornemanns, wonach die Samen des weißen Gänsefußes zur Keimung einer größeren Wärme bedürfen. Nur die hellen Samen der späten Form machen hiervon eine Ausnahme.

Weit günstiger als konstante Temperaturen sind für die Keimung Wechseltemperaturen. Dies zeigt ein Versuch, der mit den üblichen Samenformen bei Freilandtemperaturen am 24. IV. 1930 angesetzt wurde. Es wurden unbehandelte, mit Schwefelsäure vorbehandelte und solche Samen zur Keimung ausgelegt, die 14 Tage bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$ feucht gelagert hatten. Die Versuchsanstellung war die übliche. Die durchschnittliche Tagesmitteltemperatur betrug während der Versuchsdauer $12,8^{\circ}\text{C}$ (höchste Temperatur $23,5^{\circ}$, niedrigste $+3^{\circ}\text{C}$). Zum Vergleich wurden daneben dieselben Versuche bei Zimmertemperatur (19° — 21°C) durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Übersicht 9 einander gegenübergestellt. Der fast durchweg wesentlich günstigere Einfluß der Wechseltemperatur ist augenfällig.

e) Einfluß des Lichtes.

Nach Baar (3), der die dimorphen Samen des weißen Gänsefußes auf ihre Lichtempfindlichkeit bei konstanter und wechselnder Temperatur prüfte, wird die Keimung der hellen Samen durch das Licht nicht, die der schwarzen Samen dagegen merklich günstig beeinflusst.

Krug (29) konnte einen günstigen Einfluß des Lichtes auf die Keimung der schwarzen Samen bei Zimmertemperatur nicht feststellen, im Gegenteil erhielt er im Lichte eine Keimung von 15%, im Dunkeln eine solche von 22%. „Bei gleichzeitiger Einwirkung von günstigen Faktoren (Wechseltemperaturen)“ erzielte er jedoch im Lichte 62%, im Dunkeln nur 57%. Auf Grund dieser geringen Unterschiede in den Versuchsergebnissen zieht er den Schluß, daß weder von einer Begünstigung noch von einer Hemmung der Keimung durch Licht gesprochen werden kann.

Übersicht 9. Einfluß der Temperatur.

Konstante Temperatur.

Samenform	Behandlung	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
Mittelfrüh	unbehandelt	32,25	3,75	5,38
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	54,50	2,25	5,65
	20 Min. konzentrierte Schwefelsäure	94,0	0,5	2,55
Früh	unbehandelt	5,25	1,25	5,52
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	10,25	0,75	5,61
	20 Min. konzentrierte Schwefelsäure	95,5	2,25	2,36
Spät(schwarz)	unbehandelt	7,25	0,75	5,76
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	44,0	0,5	5,03
	20 Min. konzentrierte Schwefelsäure	93,25	1,75	2,15
(hell)	unbehandelt	95,75	3,75	1,15

Wechseltemperatur.

Mittelfrüh	unbehandelt	76,5	2,75	11,63
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	97,0	1,5	10,14
	20 Min. konzentrierte Schwefelsäure	99,0	0,5	3,71
Früh	unbehandelt	2,0	1,0	10,25
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	21,25	2,625	9,34
	20 Min. konzentrierte Schwefelsäure	97,5	0,25	3,69
Spät(schwarz)	unbehandelt	21,0	4,0	9,4
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	64,5	4,75	9,17
	20 Min. konzentrierte Schwefelsäure	94,25	0,75	3,44
(hell)	unbehandelt	88,5	1,75	1,59

Eigene Keimversuche zwecks Prüfung der Lichtempfindlichkeit der Samen wurden mit den drei Samenformen bei Zimmertemperatur (18° – 20° C) einmal im Dunkeln, sodann bei zerstreutem Tageslicht, des weiteren, um die Intensität der Belichtung zu steigern, unter den Ausstrahlungen einer elektrischen Lampe von 100 Watt durchgeführt. Bei letzterer Anordnung waren die Keimgefäße von einem

mit starkem schwarzen Papier umkleideten Gestell umgeben. Die Lampe war über den Keimgefäßen in einer Entfernung von 75 cm angebracht, so daß die durch die Ausstrahlungen bedingte Temperaturerhöhung nur etwa 2° — 3° C über Zimmertemperatur betrug und dieser Einfluß, wie aus den Temperaturversuchen hervorgeht, die Ergebnisse nicht erheblich beeinträchtigen konnte. Es wurden etwa 6 Monate alte Samen verwandt. Die sonstige Versuchsanstellung war die übliche.

Die Ergebnisse dieser Versuche (Übersicht 10) zeigen, daß mit der Intensität der Belichtung ein starkes Abfallen der Keimprozentage erfolgt. Wenn die Unterschiede bei den hellen Samen nicht derart sind, wie sie bei den schwarzen Samen hervortreten, so ist dies durch die große Keimenergie derselben bedingt, die den nachteiligen Einfluß einer Belichtung nicht stärker zur Auswirkung kommen läßt.

Übersicht 10. Einfluß des Lichtes.

Samen- form	Behandlung	Be- lichtung	gekeimt nach 14 Tagen in %	durch- schnittl. Ab- weichung vom Mittel	durch- schnittl. Keim- dauer in Tagen
Mittelfrüh	unbehandelt	Tageslicht	5,75	2,75	6,78
	"	Dunkel	39,25	2,75	6,77
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	Lampe	1,00	0,5	6,00
	14 " $\pm 0^{\circ}$ C f.	Tageslicht	19,50	3,0	6,15
	14 " $\pm 0^{\circ}$ C f.	Dunkel	64,75	1,875	6,04
Früh	unbehandelt	Tageslicht	1,25	0,375	8,20
	"	Dunkel	3,25	1,25	6,62
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	Lampe	1,00	0,5	5,25
	14 " $\pm 0^{\circ}$ C f.	Tageslicht	2,00	0,5	5,88
	14 " $\pm 0^{\circ}$ C f.	Dunkel	9,75	1,25	5,67
Spät	unbehandelt	Tageslicht	5,25	1,375	4,71
	"	Dunkel	8,5	1,75	5,53
	14 Tage $\pm 0^{\circ}$ C f.	Lampe	1,5	1,5	5,50
	14 " $\pm 0^{\circ}$ C f.	Tageslicht	17,00	3,00	5,57
	14 " $\pm 0^{\circ}$ C f.	Dunkel	47,00	3,50	4,99
Spät (helle Samen)	unbehandelt	Lampe	77,50	3,75	1,16
	"	Tageslicht	82,00	3,5	1,37
	"	Dunkel	85,50	1,5	1,35

Die Ergebnisse meiner Versuche stehen somit im Gegensatz zu denen von Baar, wenigstens soweit es sich um den Einfluß

der Belichtung bei konstanter Temperatur handelt. Versuche bei Wechseltemperatur kamen leider nicht zur Durchführung, da ich dies nicht für notwendig erachtete. Da mir die Arbeit von Krug erst nach Beendigung meiner Untersuchungen zugänglich und ich durch diese erst auf die Versuche Baars aufmerksam gemacht wurde, konnte ich ihre Ergebnisse nicht mehr nachprüfen.

Soweit es sich jedoch um den Einfluß des Lichtes bei konstanter Temperatur handelt, muß angenommen werden, daß die gegenteiligen Ergebnisse Baars wohl nur durch seine Versuchsanstellung bedingt sind. Seine Feststellungen fußen auf Versuchen mit nur je 50 Samen ohne Parallelen.

Ein nachteiliger Einfluß des Lichtes bei konstanter Temperatur ist schließlich auch aus den Versuchen von Krug zu ersehen, obwohl auch seine Versuche nur einen geringen Grad der Sicherheit aufweisen, da sie gleichfalls ohne Wiederholungen angestellt wurden.

f) Einfluß des Keimmediums.

Über den Einfluß des Keimmediums auf die Keimung liegen Versuche vor von Wehsarg (47, S. 34) und Krug (29).

Ersterer benutzte als Keimmedium Fließpapier und Sand und gibt darüber folgenden Bericht: „Der gemeine Gänsefuß (*Chenopodium album*), ausgelegt am 13. Dezember 1905 auf Fließpapier, keimte in 13 Tagen mit 6%. Am 26. Dezember wurden die Samen getrennt ausgelegt und folgende Gesamtkeimprozente erzielt:

	Dezember	Januar	Februar	März
a) auf Sand	1%	32%	87%	88%
b) auf Filtrierpapier .	2%	13%	16%	19%.

Demnach muß dem Substrat, auf dem oder in dem die Samen sich befinden, ein weitgehender Einfluß auf die Herbeiführung bzw. Hemmung der Keimreife wie der Keimung zugestanden werden.“

Eigene Versuche wurden mit den Medien Fließpapier, Sand und Erde durchgeführt. Der Sand war gewaschener, sterilisierter feiner Flußsand, die Erde setzte sich zu $\frac{2}{3}$ aus Dahlemer Boden (lehmiger Sand) und zu $\frac{1}{3}$ aus Komposterde zusammen. Als Fließpapier wurden säurefreie Rundfilter verwandt. Als Keimgefäße für Sand und Erde dienten die gewöhnlichen Blumentöpfe bei üblicher Anordnung, so daß diese Medien immer zu 100% ihrer wasserhaltenden Kraft gesättigt waren. Schwieriger war es, im Fließpapierkeimbett, für das als Gefäße Petrischalen benutzt wurden, gleiche Feuchtigkeitsverhältnisse zu schaffen. Dies wurde dadurch

zu erreichen gesucht, daß 10 Blatt Rundfilter in je eine Schale gelegt und mit Wasser gesättigt wurden. Die verdunstete Menge wurde täglich durch abgestandenes Wasser ersetzt. Das Alter der verwandten Samen betrug etwa 6 Monate.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen (Übersicht 11), daß das Erdkeimbett in allen Fällen die höchsten Keimprozentage aufzuweisen hat, und daß die fördernde Wirkung dieses Mediums gegenüber den anderen ziemlich beträchtlich ist. Die Ergebnisse der Keimmedien Sand und Fließpapier weisen, wie ersichtlich, kaum Unterschiede auf, so daß hiernach von einem fördernden Einfluß des Keimbettes Sand gegenüber dem Fließpapier nicht gesprochen werden kann. Sie stehen somit im Gegensatz zu den Ergebnissen Wehsargs.

Übersicht 11.

Einfluß der Keimmediums.

Samenform	Behandlung	Keimmedium	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
Mittelfrüh	unbehandelt	Fließpapier	35,75	4,75	6,30
	"	Sand	39,25	2,75	6,77
	"	Erde	80,75	5,25	6,05
	14 Tage $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Fließpapier	58,75	4,75	5,26
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Sand	64,75	1,87	6,04
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Erde	93,25	2,75	5,12
Früh	unbehandelt	Fließpapier	3,25	1,25	6,31
	"	Sand	3,25	1,25	6,62
	"	Erde	9,25	2,25	7,11
	14 Tage $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Fließpapier	10,00	1,00	5,75
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Sand	9,75	1,25	5,67
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Erde	25,75	4,25	6,18
Spät	unbehandelt	Fließpapier	16,50	3,75	5,21
	"	Sand	8,50	1,75	5,53
	"	Erde	23,25	4,75	5,77
	14 Tage $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Fließpapier	45,00	2,50	5,36
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Sand	47,00	3,50	4,99
	14 " $\pm 0^{\circ}\text{C f.}$	Erde	55,25	4,25	6,09
Helle Samen	unbehandelt	Fließpapier	90,00	3,00	1,63
	"	Sand	85,50	1,50	1,35
	"	Erde	90,75	1,75	1,55

Eine Erklärung für diese gegenteiligen Feststellungen ist vielleicht auf Grund der Versuche Krugs zu finden, der Samen verschiedenen Alters auf den Medien Fließpapier und Erde bei Zimmertemperatur zur Keimung auslegte. Das Ergebnis war folgendes:

	Fließpapier	Erde
Samen 2 und 3 Monate alt . .	—	21 %
„ 1 Jahr „ . .	34 %	35 %.

Nach diesen Ergebnissen hat das Erdkeimbett nur die Keimung der 2 und 3 Monaten alten, also frischen Samen, nicht aber die der 1 Jahr alten Samen günstig beeinflussen können

Wenn wir berücksichtigen, daß zu den Versuchen Wehsargs, wie es nach der Zeitangabe wahrscheinlich ist, ziemlich frische, zu meinen Versuchen etwa 6 Monate alte Samen verwandt wurden, so ist nach den Ergebnissen Krugs anzunehmen, daß durch das verschiedene Alter der Samen die gegenteiligen Resultate im Fließpapierkeimbett bedingt sind.

Durch diese Annahme, daß mit dem zunehmenden Alter oder, mit anderen Worten, der ansteigenden Keimreife der Samen der Einfluß des Keimmediums abnimmt, lassen sich dann auch meine Ergebnisse mit denen von Krug in Einklang bringen, da zu meinen Versuchen etwa 6 Monate alte Samen verwandt wurden, so daß das Medium Erde hier noch seinen günstigen Einfluß ausüben konnte.

Ich bemerke ausdrücklich, daß die Annahme, daß mit zunehmendem Alter bzw. mit der ansteigenden Keimreife der Samen der Einfluß des Keimmediums abnimmt, nur eine Hypothese ist, die geeignet erscheint, die Ergebnisse von Wehsarg, Krug und mir miteinander in Einklang zu bringen. Eine Klärung dieser Frage muß weiteren Versuchen überlassen bleiben.

g) Einfluß der Tiefenlage.

Um den Einfluß der Tiefenlage auf die Keimung der Samen zu prüfen, wurden zwei Versuche angestellt.

Die Versuchsanstellung eines im Freien durchgeführten Versuches war folgende: Blumentöpfe (Höhe 20 cm, oberer Durchmesser 20 cm, unterer Durchmesser 12 cm) wurden mit Dahlemer Boden (lehmiger Sand) zum Teil gefüllt, je Gefäß wurden 100 Samen der mittelfrühen Form gleichmäßig eingelegt und mit einer verschieden hohen Schicht desselben Bodens bedeckt. Als Abstufungen

der Tiefenlage wurden gewählt $\frac{1}{2}$, 1, 3 und 5 cm. Der Versuch wurde am 6. Juni 1929 angesetzt und mit einer Wiederholung durchgeführt. Innerhalb von 20 Tagen hatten die Oberfläche erreicht aus einer Tiefenlage von

$\frac{1}{2}$ cm	. . .	85%
1	" . . .	84%
3	" . . .	57%
5	" . . .	2,5%

Wir sehen, daß das Optimum bei $\frac{1}{2}$ und 1 cm Tiefenlage der Samen liegt. Bei 3 cm Tiefe erfolgt ein starkes Abfallen, und bei 5 cm sind nur noch 2,5% der Samen aufgelaufen. Es ist aber fraglich, ob diese aus der Tiefenlage von 5 cm herrühren, da möglicherweise in den oberen Schichten noch einzelne keimfähige Samen vorhanden waren.

Ein weiterer Versuch wurde im Gewächshaus bei Temperaturen von 15° – 25° C durchgeführt. Als Gefäße dienten Hiltnerzellen, als Medien einmal grober Sand, sodann Gartenerde. Diese bestand zu $\frac{2}{3}$ aus lehmigem Sand und zu $\frac{1}{3}$ aus Niedermoorboden. Die Samen wurden wiederum gleichmäßig auf den Medien verteilt und mit einer verschieden hohen Schicht des gleichen Mediums bedeckt. Der Versuch wurde mit einer Wiederholung durchgeführt. Die jeweilige Tiefenlage der Samen und die Ergebnisse zeigt Übersicht 12.

Übersicht 12.

Einfluß der Tiefenlage.

Keim- medium	Tiefenlage in cm	die Oberfläche hatten nach 4 Wochen erreicht in %	hiervon eingegangen in %	durchschnittl. Auflaufzeit in Tagen
Sand	$\frac{1}{2}$	36		9,75
	1	35		10,48
	2	84,5		11,30
	3	49,5	10,1	14,25
	4	3	66,66	24,00
	5	—		
Erde	$\frac{1}{2}$	73		10,94
	1	83		11,21
	2	57	1,75	12,28
	3	31	29,32	13,51
	4	10	60	22,14
	5	4	100	18,00

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse, die bei Benutzung des Mediums Sand erzielt wurden, so können wir feststellen, daß das Optimum bei einer Tiefe von 2 cm liegt. Es folgen in größerem Abstände die Tiefenlagen von 3 cm, $\frac{1}{2}$ und 1 cm. Aus der Tiefe von 4 cm sind nur 3% aufgelaufen, von denen $\frac{2}{3}$ bald nach Erreichen der Oberfläche eingingen. Auch bei 3 cm scheidet bereits ein großer Prozentsatz aus. Aus der Tiefenlage von 5 cm vermochte kein Same mehr die Oberfläche zu erreichen.

Ähnliche, wenn auch hinsichtlich der optimalen Tiefe abweichende Ergebnisse zeigt der Versuch bei Verwendung von Erde als Medium. Hier liegt das Optimum, ebenso wie beim Freilandversuch, bei den Tiefen von $\frac{1}{2}$ und 1 cm. Bei 2 cm ist bereits ein starkes Abfallen sichtbar. Bei 4 und auch bei 5 cm Tiefenlage sind zwar noch einige Samen aufgelaufen, die Pflanzen waren jedoch bei ersterer zum größten Teil, bei letzterer sämtlich zu einer weiteren Entwicklung nicht fähig.

Interessant ist eine Betrachtung der Zahlen der durchschnittlichen Auflaufzeit, die mit zunehmender Tiefenlage der Samen stark ansteigt.

Die Ergebnisse dieser unter verschiedenen Bedingungen angestellten Tiefenlageversuche zeigen, daß die optimale Tiefe von $\frac{1}{2}$ —2 cm wechseln kann, daß jedoch unterhalb einer Erdbedeckung von 3 cm kaum noch ein Auflaufen und noch weniger eine weitere Entwicklung erfolgt.

Eine Bestätigung finden die Ergebnisse durch Korsmo (27), der bei Freilandversuchen bei einer Tiefe unter 3 cm überhaupt kein Auflaufen mehr beobachtete.

h) Einfluß des Alters.

Für die Prüfung der Frage, wie lange die Samen des weißen Gänsefußes bei trockener Lagerung im Zimmer ihre Keimfähigkeit zu erhalten vermögen, stand leider nur ein geringes Samenmaterial zur Verfügung. Außer den drei Formen der Jahrgänge 1928 und 1929 waren nur noch Samen aus dem Jahre 1922 vorhanden, die seinerzeit auf hiesigem Institutsfelde ihrer Erntezeit nach von frühen Formen gesammelt waren. Die Keimversuche wurden mit unbehandelten und angefeilten Samen bei Zimmertemperatur im Dunkeln durchgeführt. Die Versuchsanstellung war die übliche. Der Versuch wurde am 27. III. 1930 angesetzt.

Die Ergebnisse (Übersicht 13) lassen erkennen, daß die Keimfähigkeit der Samen der einzelnen Jahrgänge — es können selbstverständlich nur die Formen unter sich verglichen werden — kaum Unterschiede aufweist. Sie hat also auch nach 7jähriger Lagerung nur wenig gelitten.

Übersicht 13.
Einfluß des Alters.

Samenform	Behandlung	Erntejahr	gekeimt nach 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
Früh	unbehandelt	1922	5,5	1,5	7,41
	"	1928	3,25	0,75	6,92
	"	1929	5,25	2,25	7,05
	gefeilt	1922	78,25	2,7	4,46
	"	1928	87,25	2,25	3,99
	"	1929	86,71	3,25	3,87
Mittelfrüh	unbehandelt	1928	50,5	4,0	5,02
	"	1929	42,75	3,75	6,33
	gefeilt	1928	93,25	1,25	3,47
	"	1929	85,50	3,0	3,62
Spät(schwarz)	unbehandelt	1928	5,6	1,0	5,86
	"	1929	17,25	2,5	5,55
	gefeilt	1928	85,25	2,25	3,54
	"	1929	86,75	2,25	3,80
Spät (hell)	unbehandelt	1928	93,00	3,0	1,17
	"	1929	91,50	3,5	1,30

Ein ähnliches Resultat erzielte Frou (27, S. 54), der Samen ein und derselben Ernte in sieben aufeinanderfolgenden Jahren auf ihre Keimfähigkeit prüfte. Eine derartige Versuchsanstellung kann uns natürlich ein besseres Bild über den Einfluß des Alters auf die Keimfähigkeit der Samen geben. Seine Prüfungen hatten folgendes Ergebnis:

Übersicht 14.

	J a h r e							
	frisch	1	2	3	4	5	6	7
Alter der Samen	frisch	1	2	3	4	5	6	7
Keimfähigkeit in % . . .	4	11	6	16	42	48	34	38

Von den beim letzten Versuch nicht gekeimten Samen waren 62% „hart“ im Keimbett verblieben.

Auch aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß nach 7jähriger Lagerung der Prozentsatz der gekeimten Samen nur unbeträchtlich unter dem höchsten Werte liegt, der auffälligerweise erst nach 5 Jahren erreicht ist.

Es ist also wahrscheinlich, daß die Samen des Gänsefußes bei trockener Aufbewahrung im Zimmer ihre Keimfähigkeit noch über weit größere Zeiträume erhalten werden.

Von größerer, weil praktischer Bedeutung ist nun die Frage, wie lange sich die Samen im Ackerboden keimfähig erhalten können. Umfangreiche Versuche sind in dieser Hinsicht von Wehsarg (48) angestellt worden. Er entnahm zahlreichen Betrieben aus ganz Deutschland Bodenproben und füllte sie in Tonschalen, um die in den Proben enthaltenen Samen zum Auflaufen zu bringen. Die Versuche, die sich über 7 Jahre erstreckten, ergaben, daß in den Proben noch nach 5 Jahren Samen des weißen Gänsefußes aufgelaufen waren. Hiermit ist nun keineswegs gesagt, daß die Samen sich nicht länger im Boden keimfähig erhalten können, denn es ist anzunehmen, daß die in den Bodenproben enthaltenen Samen infolge der günstigen Keimbedingungen nach dieser Zeit sämtlich aufgelaufen waren.

Daß die Samen ihre Keimfähigkeit im Boden noch über weit längere Zeiten bewahren können, geht aus Untersuchungen hervor, die Peter (47, S. 137) mit Waldboden, der ehemals Ackerland gewesen war, angestellt hat. In einer Probe aus 22jährigem Schwarzkieferbestand war noch ein Same des weißen Gänsefußes aufgelaufen.

Eine eigene Beobachtung möge noch erwähnt werden. Auf hiesigem Institutsgelände, das im Jahre 1922 stark verunkrautet übernommen worden war und seit dieser Zeit eine wirklich vorbildliche Unkrautbekämpfung erfahren hatte, war noch im Jahre 1930, also nach 8 Jahren, eine starke Verunkrautung durch *Chen. album* zu beobachten. Dies ist nur dadurch zu erklären, daß die Samen sich so lange im Boden gesund zu erhalten vermochten, da ein Absamen kaum vor sich gehen konnte und eine Zuführung von Samen durch Stallmist oder Kompost nicht erfolgt war.

i) Einfluß von Salzlösungen.

Nach Wehsarg¹⁾ wird von vielen Praktikern als sicher angenommen, daß Salze, wie Kainit und dgl., einen fördernden Ein-

¹⁾ Nach freundlicher brieflicher Mitteilung.

fluß auf die Keimreife bzw. die Keimung der Samen des weißen Gänsefußes auszuüben vermögen.

Durch Versuche ist bei anderen Samenarten eine Begünstigung der Keimung durch Salze bzw. durch Salzlösungen schon vielfach festgestellt worden. Hierbei ergab sich, daß durch schwächere Salzlösungen ein fördernder, durch stärkere dagegen ein hemmender Einfluß ausgeübt wird, des weiteren, daß die Wirkung, je nach Zusammensetzung der Salze und nach der Samenart verschieden ist.

Um nun zu ermitteln, ob die Keimung der Samen des Gänsefußes durch Salze günstig beeinflusst wird, wurden Versuche mit den Salzen Kaliumsulfat, Kaliumchlorid und Natriumchlorid durchgeführt. Von diesen kamen stark verdünnte Lösungen zur Verwendung. Als Lösungsmittel diente destilliertes Wasser, das zur Entfernung der Kohlensäure ausgekocht worden war.

Die Versuchsanstellung war anfänglich folgende: Als Gefäße dienten Neubauerschalen, als Medium steriler, grober Sand, der in gleichen Mengen mit verschiedenen starken Lösungen obiger Salze gründlich durchmischt wurde. Die Samen wurden etwa 1 cm tief eingebracht. Die bei dieser Art der Versuchsanstellung erzielten Keimprozentage ließen zwar einen günstigen Einfluß der Salzlösungen erkennen, sie waren jedoch zu gering, um aus den Unterschieden einen sicheren Schluß auf die Wirkung der Salze ziehen zu können. Um zu brauchbaren Resultaten zu gelangen, wurde daher eine andere Versuchsanordnung getroffen.

Zu den weiteren Versuchen dienten photographische Fixierschalen von der Größe $19 \times 27 \times 4$ als Keimschalen. In ihnen lagen dicht aneinander auf einem Glasrahmen 3 mm starke Glasstäbe, auf welche die Samen verteilt wurden. Als Samenmaterial dienten Samen der mittelfrühen Form, die 7 Monate alt waren, und zwar nicht nur unbehandelte, sondern auch solche, die 14 Tage bei $+0^{\circ}\text{C}$ feucht gelagert hatten. Als zweckmäßige Lösungen waren bei den Vorversuchen solche von 0,2%, 0,4% und 0,6% der verwandten Salze ermittelt worden. Von diesen Salzlösungen bzw. von dem zum Vergleich dienenden destillierten, gekochten Wasser wurde soviel in die Schalen gefüllt, daß etwa ein Drittel der Samenoberfläche in die Flüssigkeit eintauchte. Um die Verdunstung auf ein Minimum zu beschränken, lagen auf den Schalen dicht anschließend Glasplatten. Zwecks Verdunklung wurde das Ganze mit dickem, schwarzem Papier umkleidet.

Die Ergebnisse dieses Versuches, die in Übersicht 15 enthalten sind, lassen eine deutliche Förderung der Keimung durch die Salzlösungen erkennen. Einen besonders günstigen Einfluß vermag das Kaliumsulfat auszuüben, während Kalium- und Natriumchlorid die Keimung der unbehandelten Samen weniger, die der behandelten nicht begünstigt haben. Weiterhin ist ersichtlich, daß mit zunehmender Stärke der Lösung die Keimprocente nur bis zu einer gewissen Höhe ansteigen und dann wieder abfallen. Die weniger günstige Beeinflussung durch Kalium- und Natriumchlorid ist wohl auf das in diesen Salzen enthaltene Chlor, dessen vielfach hemmender Einfluß erwiesen ist, zurückzuführen.

Auf Grund dieser Ergebnisse dürfte somit erwiesen sein, daß die von vielen Praktikern vertretene Ansicht zu Recht besteht, und daß in der Tat durch Düngesalze ein verstärktes Auflaufen des weißen Gänsefußes bedingt sein kann.

Übersicht 15.
Einfluß von Salzlösungen.

Behandlung	Lösung	gekeimt n. 14 Tagen in %	durchschnittl. Abweichung vom Mittel	durchschnittl. Keimdauer in Tagen
Samen unbehandelt	Wasser	9,75	1,25	6,18
	0,2% Kaliumsulfat	24,75	1,875	6,26
	0,4% "	31,25	2,625	6,24
	0,6% "	23,50	2,50	6,57
	0,2% Kaliumchlorid	16,00	3,50	6,19
	0,4% "	16,50	1,25	6,32
	0,6% "	15,00	2,50	6,77
	0,2% Natriumchlorid	20,00	1,00	6,65
	0,4% "	17,50	1,25	6,66
	0,6% "	15,75	3,25	6,62
Samen 14 Tage bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$ feucht gelagert	Wasser	40,25	3,75	5,59
	0,2% Kaliumsulfat	51,50	2,25	5,81
	0,4% "	55,00	4,00	5,83
	0,6% "	50,50	4,25	5,75
	0,2% Kaliumchlorid	40,75	3,25	5,74
	0,4% "	42,50	2,50	5,80
	0,6% "	41,00	3,50	5,82
	0,2% Natriumchlorid	43,50	4,50	5,69
	0,4% "	43,25	2,25	5,79
	0,6% "	38,25	3,75	6,14

2. Entwicklung der Pflanze.

a) Entwicklung bis zur Blüte.

Bei der Keimung erfolgt zunächst nach Sprengung der Schale der Austritt des Keimwurzels, hierauf das Ausschlüpfen der Keimblätter, die durch Streckung des hypokotylen Gliedes in die Höhe gehoben werden. Die Kotyledonen, die bald ergrünen, bleiben etwa 6 Wochen erhalten. Sie sind von länglicher, ovaler Gestalt, etwa 6 mm lang und 2 mm breit, sind dickfleischig und weisen an der Unterseite, besonders im jungen Stadium, einen bläulich-rötlichen Farbton auf. Diese Eigentümlichkeiten der Keimblätter ermöglichen es, die Pflanze bereits vor Ausbildung der Laubblätter leicht zu erkennen.

Die Keimung setzt im Zimmer nach etwa 5 Tagen ein, im Freien in Erde gesät beträgt die Zeit von der Aussaat bis zum Erreichen der Oberfläche etwa 10 Tage, sofern die Bedingungen für die Keimung nicht ungünstig sind.

Als hauptsächliche Keimzeit ist das späte Frühjahr zu betrachten, wenn auch die Keimung, wie die Keimversuche ergaben, bereits bei tieferen Temperaturen, als allgemein angenommen wird, eingeleitet zu werden scheint. Dies trifft sicher zu für die dimorphen, hellen Samen der späten Formen, die bei 1° C bereits beträchtliche Keimprozentage lieferten. Vgl. Übersicht 8.

Die erste Jugendentwicklung geht außerordentlich langsam vor sich. Die Pflanze ist bestrebt, zunächst ein reichliches Wurzelsystem auf Kosten der oberirdischen Entwicklung zu schaffen. Zieht man ein junges Pflänzchen aus dem Boden, so ist man überrascht, einen derartigen Tiefgang der Wurzel feststellen zu können. Messungen, die an jungen, ausgewaschenen Pflänzchen vorgenommen wurden, ergaben bei einer Sproßlänge von 2 cm eine etwa 12 cm lange Wurzel, bei einer solchen von 3,5 cm eine Wurzellänge von etwa 16 cm im Durchschnitt je 10 gemessener Pflanzen. Es scheinen hiernach bei *Chen. album* analoge Verhältnisse vorzuliegen, wie bei den zur gleichen Familie gehörigen Zuckerrüben, deren Pfahlwurzel nach Kraus (28) bereits einige Wochen nach dem Aufgehen ihre volle Länge erreicht hat.

Haben die Pflanzen eine Höhe von etwa 10 cm erreicht, was etwa 4 Wochen nach dem Aufgang der Fall ist, so erfolgt nunmehr eine Periode äußerst raschen Wachstums. Um den Entwicklungsverlauf an Hand einiger Zahlen zu charakterisieren, mögen

einige Längenmessungen angeführt werden, die in gewissen Abständen an Pflanzen der mittelfrühen Formen auf den Versuchspartzellen vorgenommen wurden. Die Zahlen folgender Übersicht stellen Durchschnittswerte von je 20 gemessenen Pflanzen dar. Es kann sich daher nur um Annäherungswerte handeln, was bei Berücksichtigung der Unausgeglichenheit der Pflanzen besonders für die Zeit der Hauptwachstumsperiode zutreffend ist.

Übersicht 16.
Periodische Längsmessungen.

Aussaat 1. V. Aufgang 12. V.		Aussaat 1. IV. Aufgang 10. IV.	
Messung am	Länge in cm	Messung am	Länge in cm
1. VI.	8	20. VI.	2
10. VI.	8	1. VII.	10
20. VI.	30	10. VII.	25
1. VII.	55	20. VII.	60
10. VII.	90	1. VIII.	90
20. VII.	130	10. VIII.	115
1. VIII.	150	20. VIII.	125
10. VIII.	165		
20. VIII.	165		

Die Zahlen zeigen, daß die Pflanzen bei Aussaat im Mai 4 Wochen nach Aufgang erst eine Länge von 8 cm erreicht haben, dann aber mit einem außerordentlich schnellen Wachstum beginnen. Dasselbe Bild ergibt sich bei Aussaat im Juni, wenn auch eine gewisse Beschleunigung der Entwicklung erfolgt.

Der späte Aufgang und die langsame Jugendentwicklung haben zur Folge, daß *Chen. album* von unseren Halmfrüchten bei einigermaßen dichtem Stand leicht unterdrückt wird und infolgedessen nur in den Kulturen ein Fortkommen findet, die einen lockeren Stand bzw. einen ähnlichen Entwicklungsrhythmus zeigen.

Für das Wachstum der Pflanze von wesentlicher Bedeutung ist die Zeit der Keimung. Bereits Wehsarg (47, S. 176) erwähnt, daß *Chen. album* in der Wurzelentwicklung außerordentliche Verschiedenheiten aufweist, je nachdem ob die Keimung im Frühjahr oder im Sommer erfolgt ist. Im ersteren Falle ist eine typische Pfahlwurzel von beträchtlichem Tiefgang, im letzteren meist eine sich auflösende Pfahlwurzel und eine bedeutend geringere Tiefen-

entwicklung festzustellen. Da Wurzel- und Sproßentwicklung in gegenseitiger Abhängigkeit stehen, ist demzufolge bei den Pflanzen, die erst im Sommer ihre Entwicklung beginnen können, das Sproßwachstum gleichfalls weniger üppig. Diese auffällige Erscheinung ist nach Wehsarg durch Witterungseinflüsse bedingt, höchstwahrscheinlich auch in dem physiologischen Zustand der Samen begründet. Als Frühjahrskeimer benötigt die Pflanze als Optimalbedingung Wechseltemperaturen in ansteigender Richtung.

Wie weitgehend der Einfluß der Jahreszeit auf das Wachstum der Pflanze ist, war besonders deutlich bei Gefäßversuchen zu erkennen. Während bei einer Keimung im Frühjahr die Pflanzen beträchtliche Ausmaße erreichten, sich bis zu einer Höhe von 1 m entwickelten, wiesen die Pflanzen der gleichen Herkunft bei Aussaat Ende Juli trotz ausreichender, regelmäßiger Befeuchtung nur einen kümmerlichen Wuchs — die Sproßlänge betrug nur etwa 10 cm — bei spärlicher Fruchtbildung auf.

Da ein Mangel an Feuchtigkeit nicht vorhanden war, kann diese außerordentlich verschiedene Entwicklung nur mit den Temperaturverhältnissen in Zusammenhang gebracht werden. Die Feststellungen Wehsargs finden somit ihre Bestätigung.

b) Blühen.

Als Blütezeit werden in den Floren zumeist die Monate Juli bis August angeführt. Wenn auch die Hauptblüte in diesen Monaten erfolgt, so sind doch die Angaben von Ascherson und Graebner(1) und Hegi (19), die als Blütezeit Juli bis Herbst anführen, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechender, da, wie Beobachtungen zeigen, bis in den Spätherbst vielfach blühende Pflanzen anzutreffen sind. Dies ist einmal darauf zurückzuführen, daß durch die Bearbeitungsmaßnahmen im Vorsommer noch zahlreiche Pflanzen zur Entwicklung gelangen, deren Blüte dementsprechend erst spät einsetzen kann, sodann darauf, daß die späten, meist reichlich verzweigten Formen an und für sich eine lange Blütezeit haben. Andererseits ist bereits mit einem früheren Beginn der Blüte zu rechnen, als allgemein angenommen wird. So konnten im Vegetationsjahr 1929, das ein verhältnismäßig spätes Frühjahr aufwies, Mitte Juni, im Jahre 1930, das allerdings eine frühzeitige und rasche Entwicklung ermöglichte, sogar Anfang Juni vielfach blühende Pflanzen beobachtet werden. Auf meinen Parzellen begann bei Aussaat am 21. Mai die Blüte der frühen Formen Anfang Juli

und endete Anfang August, die der späten Formen bei gleicher Aussaatzeit begann Anfang August und endete Mitte September.

Die Blühdauer der einzelnen Pflanzen ist sehr verschieden, je nach Form, Größe, Verzweigung und den Bedingungen, unter denen die Pflanze vegetiert. Im allgemeinen beträgt sie bei Pflanzen der frühreifen sowie der unverzweigten Formen etwa 14 Tage bis 3 Wochen, bei den spätreifen, reichlich verzweigten Formen etwa 4—6 Wochen.

Die Befruchtung erfolgt durch Fremdbestäubung. Diese wird dadurch erreicht, daß die Geschlechter zu verschiedener Zeit reifen, die zwittrigen Blüten ausgesprochen erstweiblich (proterogyn) sind. So sind die bereits frühzeitig aus den Knospen hervorragenden Narben meist völlig vertrocknet, bevor ein Öffnen der Blüte und eine Entlassung des Pollens vor sich geht. Das Öffnen der Blüte erfolgt der spiraligen Anordnung gemäß allmählich. Die einwärts gebogenen Staubblätter richten sich nach Spreizen des vorgelegenen Blütenhüllblattes auf, um sogleich den Pollen zu entlassen. Das Zeitintervall vom Öffnen bis zum Schließen der Blüte beträgt nur wenige Stunden.

Die Pollenübertragung erfolgt nach Hegi (19) u. a. durch Vermittlung des Windes. Eine gegenteilige Auffassung vertritt Volkens (10, S. 47), der in der Hauptsache Tierversmittlung bei der Pollenübertragung annimmt. Gegen die Windbestäubung wendet er ein, daß erstens der Pollen keineswegs eine leichte Verstäubbarkeit besitzt, daß sodann weder Blüten- noch Staubblätter leicht beweglich sind und daß drittens die Blühdauer der einzelnen Blüten sehr kurz, die der einzelnen Pflanzen sehr lang ist. Auch erfolge das Aufblühen nicht plötzlich, sondern der spiraligen Anordnung gemäß allmählich in gewissen Abständen, in denen auch die freiwendenden Antheren abstäuben. Sprechen diese Momente gegen eine Windbestäubung, so deutet nach Volkens auf Tierversmittlung bei der Pollenübertragung, daß die Pflanzen, wenn auch Schauapparate nicht vorhanden sind, eine große Anziehungskraft auf Insekten, wie kleine Wanzen, Aphiden, Dipteren und andere meist kriechend oder schlängelnd fortbewegte Tiere, die sich in der Blütenregion aufhalten, auszuüben vermögen. Die Frage, ob die kleinen Insekten nur durch die trefflichen Schlupfwinkel, die ihnen die dichtgedrängten knäueligen Blüten gewähren, angelockt werden, oder ob sich ihnen auch Nahrung bietet, läßt Volkens dahingestellt sein.

Nach diesen Darlegungen dürfte es nicht schwer sein, der Annahme Volkens den größeren Grad der Wahrscheinlichkeit zuzusprechen. Beobachtet man die zahllosen kleinen Insekten, die in den Blütenständen hausen, deren Zahl besonders in Erscheinung tritt, wenn man die Blütenknäuel abstreift und diese einer näheren Betrachtung unterzieht, so spricht das für die Annahme, daß diesen kleinen Insekten eine größere Rolle bei der Befruchtung zufallen wird. Diese Frage einwandfrei zu klären, ist äußerst schwierig, da man kaum die Insekten vollständig ausschalten kann, zudem wäre, wenn dies auch gelingen würde, eine trotzdem eintretende „Windbestäubung“, deren Möglichkeit und Tatsächlichkeit auch von Engler durchaus zugegeben wird, noch kein Beweis dagegen, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen die Befruchtung vornehmlich durch Insekten erfolgt.

Außer den kleinen Insekten konnte ich vereinzelt sogar Bienenanflug beobachten, so daß auch diese an der Befruchtung einen, wenn auch sehr geringen Anteil haben dürften.

c) Reifen.

Wie erwähnt, findet die Befruchtung der Blüte vor dem eigentlichen Aufblühen statt. Bei diesem hat sich die Frucht bereits zu einer gewissen Größe entwickelt, die je nach der Zeit der Befruchtung mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, wie bei Betrachtung einzelner offener Blüten ersichtlich ist. Die Entwicklung der Ovarien geht außerordentlich schnell vor sich. Beobachtungen ergaben, daß etwa 14 Tage nach dem Aufblühen reife Samen vorhanden sind. Der Reifeprozess vollzieht sich dermaßen, daß die grünen, wäßrigen Samen zunächst einen gelblichen, dann einen rötlichen und schließlich einen schwarzen Farbton annehmen. Diesen Vorgang im einzelnen zu verfolgen, ist schwierig, da die Blüten wegen ihrer Winzigkeit sich schlecht vereinzeln lassen, zudem dann, wenn dies ohne Beschädigung der Blüte gelingt, eine reichlichere Nährstoffzufuhr und damit eine Beschleunigung der Reife erfolgen dürfte.

Bald nach der Reife beginnen die Früchte abzufallen, und zwar bleiben diese in der Regel von den Hüllblättern umschlossen. Beobachtungen ergaben, daß etwa 4 Wochen nach Beginn der Blüte bei leichter Berührung ein Absamen einsetzte.

Wenn man also als Blütebeginn der frühen Formen Anfang Juni ansetzt, wie dies z. B. im Vegetationsjahr 1930 der Fall war,

so ist hiernach bereits Anfang Juli mit einem Ausstreuen der Samen zu rechnen. Aber auch, wenn wir den Beginn des Absamens etwa 14 Tage später ansetzen, so wird selbst in den zuerst reifenden Kulturen, wie in frühen Erbsen und Frühkartoffeln, das Unkraut zum mindesten gleichzeitig mit den Kulturpflanzen zur Reife kommen und schon vor der Ernte einen Teil der Samen ausgestreut haben.

d) Fruchten.

Durch das Fruchten, die Erzeugung von Samen, hat die Pflanze ihren Lebenszweck, für die Erhaltung der Art Sorge zu tragen, erfüllt. Dieser Aufgabe sucht sie unter den schlechtesten Bedingungen gerecht zu werden, und wenn es auch nur einige wenige Samen sind, die sie erzeugen kann. Sehr gut ließ sich dieses Bestreben bei einem Düngungsversuch beobachten. Obwohl hierbei einige Pflänzchen nur zwei kümmerliche Blättchen ausgebildet hatten, schritten sie dennoch zur Blütenbildung und brachten sogar 1—2 Samen hervor.

Wie hieraus schon ersichtlich, ist die Samenproduktion je nach den Bedingungen, unter denen die Pflanze vegetiert, starken Schwankungen unterworfen. Je nach Standort, Bodenart, Nährstoffverhältnissen, Keimzeit, Beschädigung durch pflanzliche und tierische Feinde werden wir verschiedene Zahlen erhalten, wozu noch kommt, daß *Chenopodium album* durch seinen Formenreichtum an sich schon Unterschiede in der Samenproduktion aufweist. So werden die frühen, weniger üppigen Formen, bei weitem nicht die Samenmengen der späten, meist reichlich verzweigten Formen hervorbringen.

Nach Korsmo (27), von dem allein Angaben über die Samenproduktion der Pflanze vorliegen, schwankt diese von wenigen 100 bis zu 20000. Als Durchschnitt gibt er 3100 Samen an.

Nach meinen Feststellungen ist die Höchstzahl weit größer. So ergab eine reichlich verzweigte Pflanze der späten Form von 1,50 m Höhe eine Samenmenge von 78 g. Das Tausendkorngewicht dieser Samen betrug 0,734 g (+ 0,006). Es ergibt sich also für diese Pflanze eine Produktion von 106267 Samen. Hiermit ist jedoch die wirkliche Samenmenge der Pflanze noch nicht erfaßt, da infolge der langen Blüte- und Reifezeit damit gerechnet werden muß, daß zur Zeit der Feststellung ein Teil der Samen bereits ausgefallen, ein anderer Teil noch nicht ausgebildet war.

Weiterhin wurde die Samenproduktion von 20 normal entwickelten Pflanzen, wie sie durchschnittlich denen in Hack- und

Hülsenfrüchten entsprechen, bestimmt. Es wurde das Samengewicht der einzelnen Pflanzen ermittelt und daraus bei Annahme eines durchschnittlichen Tausendkorngewichtes von 0,75 g die Samenzahl errechnet. Das Ergebnis zeigt folgende Übersicht.

Übersicht 17.

Nr. der Pflanze	Gewicht in g	Samenzahl
1	3,2	4 266
2	4,5	6 000
3	5,3	7 066
4	5,6	7 466
5	7,2	9 600
6	7,8	10 400
7	8,1	10 800
8	8,3	11 066
9	9,0	12 000
10	9,1	12 133
11	10,1	13 466
12	10,7	14 266
13	10,8	14 400
14	11,5	15 333
15	12,8	17 066
16	13,1	17 466
17	14,2	18 933
18	15,0	20 000
19	17,5	23 333
20	20,0	26 666
Also im Durchschnitt	10,19 g	= 13 586 Samen

Es wurden also durchschnittlich je Pflanze 13586 Samen erzeugt. Bei dieser Zahl handelt es sich natürlich nicht um einen allgemeinen Durchschnittswert, da für die Bestimmung nur solche Pflanzen herangezogen wurden, wie sie durchschnittlich in unseren Hack- und Hülsenfrüchten vorkommen. Die von Korsmo angegebene Durchschnittszahl von 3100 Samen je Pflanze wird den tatsächlichen Verhältnissen eher entsprechen, wenn die in unseren Halmfrüchten vorkommenden Pflanzen, die bei meist gehemmter Entwicklung nur bis einige Hundert Samen hervorbringen, zur Ermittlung des Durchschnittswertes mit herangezogen werden.

Diese Ausführungen zeigen, daß die Pflanze auch unter den ungünstigsten Verhältnissen zur Fruchtbildung schreitet, und welche fast unwahrscheinlich großen Samenmengen unter günstigen Bedingungen erzeugt werden.

3. Wachstumsbedingungen.

a) Bodenansprüche.

Nach Korsmo (27) ist *Chen. album* „ganz gemein und ganz besonders lästig, auf welchen Böden es auch sei“. Da des weiteren Literaturangaben darüber, daß die Pflanze auf einzelne Bodenarten beschränkt ist, nicht vorliegen, ist anzunehmen, daß sie in ihren Ansprüchen an den Boden nicht wählerisch ist, mithin auf allen Böden ein Fortkommen findet. Dies bestätigen auch eigene Beobachtungen. Nicht nur auf den leichten und mittleren Böden, sondern auch auf den schweren Tonböden wurde der weiße Gänsefuß vielfach angetroffen, wenn auch auf letzteren ein weniger häufiges und weniger üppiges Wachstum zu verzeichnen war. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß die schweren Böden durch ihre dichtere Struktur und Neigung zur Verkrustung weniger günstige Bedingungen für das Auflaufen und das Wachstum gewähren.

Daß *Chen. album* lockere Böden bevorzugt, zeigt auch ein Vegetationstopfversuch mit verschiedenen Bodenarten. Als Medien wurden verwandt:

- | | | |
|-------------------|--|---------------------|
| a) schwerer Lehm, | | d) humoser Sand, |
| b) humoser Lehm, | | e) Niedermoorboden. |
| c) lehmiger Sand, | | |

Die Aussaat erfolgte mit Samen der späten Form am 1. VI. Die am 18. VII. aufgenommene Photographie zeigt uns das starke Zurückbleiben, den kümmerlichen Wuchs der Pflanzen auf dem schweren Lehm Boden (a), während die übrigen Böden, die infolge eines größeren Humus- bzw. Sandgehaltes eine lockere Struktur aufweisen, größere Unterschiede nicht hervortreten lassen. Das weniger üppige Wachstum auf dem lehmigen Sand (c) dürfte gleichfalls in dem weniger günstigen physikalischen Zustand bedingt sein, da dieser Boden in den Gefäßen leicht verschlemmte.

Eine Bestätigung finden diese Feststellungen durch Wehsarg (47, S. 412), der bei seiner Einteilung der Unkräuter unserer Halm- und Hackfrüchte den weißen Gänsefuß zu den Pflanzen zählt, die auf Sand- bis lehmigen Sandböden verbreitet sind.

Auf einem Teilstück des hiesigen Institutsgebietes, das für Bauzwecke abgetreten und deshalb im Jahre 1929 nicht mehr bestellt wurde, das ziemlich einheitlichen Boden (lehmiger Sand) aufwies und in den letzten Jahren eine einheitliche Bestellung erfahren hatte, zeigte sich nun die auffällige Erscheinung, daß nur ein Teil dieser Fläche einen üppigen Bestand von *Chen. album*

aufwies, während der andere völlig frei von diesem Unkraut war. Da dieses Teilstück zumeist mit Spörgel (*Spergula arvensis*) bestanden war, lag die Vermutung nahe, daß der Unterschied in der Vegetation auf einen verschiedenen Reaktionszustand des Bodens zurückgeführt werden müsse. Bodenproben, die an mehreren Stellen beiden Teilstücken entnommen und auf Säure untersucht wurden, bestätigten die Annahme. Die Messungen, die mit dem Trenelschen Azidimeter vorgenommen wurden, ergaben für die Bodenproben, die dem von *Chen. album* freien Stück entnommen waren, im Mittel von 10 Untersuchungen eine pH-Zahl von 4,77 (Schwankungen von 4,5—5,18), für die Proben des mit *Chen. album* reichlich be-

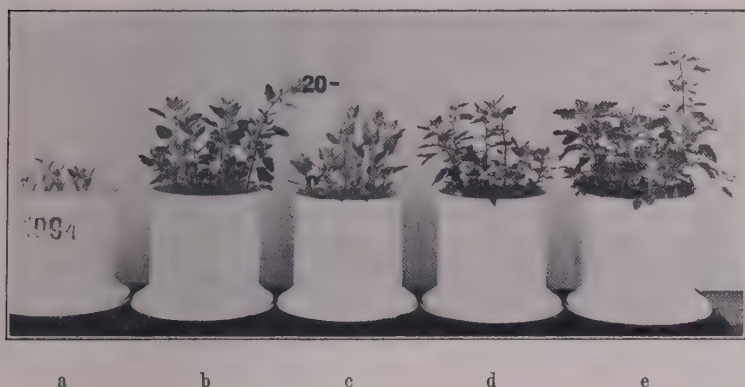


Abb. 5. Vegetationsgefäßversuch mit verschiedenen Bodenarten.

standenen Stückes dagegen im Mittel von 10 Untersuchungen eine pH-Zahl von 6,93 (Schwankungen von 6,75—7,11).

Da das Nichtauftreten des weißen Gäsefußes auf dem sauren Boden vielleicht etwa durch das Fehlen keimfähiger Samen bedingt sein konnte, entnahm ich beiden Teilstücken Bodenproben, die in Mitscherlich-Gefäßen mit Samen der mittelfrühen Form im Freien angesetzt wurden. Bei diesem Versuch zeigte es sich, daß in dem sauren Boden wohl eine reichliche Keimung, jedoch keine weitere Entwicklung erfolgte, während analog den Verhältnissen im Freilande auf dem neutralen Boden ein üppiger Pflanzenbestand zu verzeichnen war.

Dasselbe Ereignis hatte ein weiterer Gefäßversuch, bei dem von vier Gefäßen mit Dahlemer Boden (lehnmiger Sand), der eine pH-Konzentration von 6,5 aufwies, zwei Gefäße durch eine Schwefelsäurelösung auf eine pH-Konzentration von 4,5 gebracht wurden.

Auf Grund dieser Feststellungen ist somit erwiesen, daß durch den sauren Reaktionszustand des Bodens die Bedingungen für das Wachstum der Pflanze nicht gegeben waren. Auffällig ist, daß auf dem sauren Boden eine reichliche Keimung eintrat. Es muß demnach dieser von Samen des weißen Gänsefußes gereinigt werden. Praktisch wird sich diese sonst sehr interessante Erscheinung wohl leider kaum auswerten lassen, da diese pH-Konzentration auch unseren Kulturpflanzen wenig zuträglich ist.

Chen. album ist also zu den säurefeindlichen Pflanzen zu rechnen¹⁾.

Wertvoll wäre es, in dieser Hinsicht weitere Versuche und Beobachtungen anzustellen. So würde die Ermittlung der untersten Grenze der pH-Konzentration, bei der ein Wachstum des weißen Gänsefußes noch erfolgen kann, sowie die Betrachtung des Habitus der Pflanze auf dem sauren Boden uns sicherlich ein brauchbares Kriterium für die Beurteilung des Reaktionszustandes der Böden ergeben.

b) Nährstoffansprüche.

Die Tatsache, daß *Chen. album* besonders in der Nähe der menschlichen Behausungen, auf Schutt- und Ruderalstellen, auf Kompost- und Dunghaufen stets in größerer Häufigkeit und Üppigkeit anzutreffen ist, deutet darauf hin, daß diese Pflanze größere Nährstoffansprüche zeigt, zum mindesten Nährstoffe in größeren Mengen aufnehmen und ohne Schaden verwerten kann. Andererseits ist bekannt, daß *Chen. album* auch unter den gegenteiligen Verhältnissen ein Fortkommen findet. So berichtet Drude (8), daß der weisse Gänsefuß sogar bei anscheinender Sterilität des Bodens bedeutende Üppigkeit erreicht, wie es in den Inundationsgebieten der Ströme auf deren Kiesgeschiebe zu beobachten sei.

Zwecks Ermittlung der Nährstoffansprüche der Pflanze wurde ein Nährstoffmangel und -staffelungsversuch durchgeführt. Die Versuchsanstellung war folgende:

Mitscherlich-Gefäße wurden auf 1000 g tariert und mit 6,5 kg grobem, gewaschenem und sterilisiertem Sand²⁾, der sorgfältig mit

¹⁾ In der gleichen Richtung bewegen sich die Beobachtungen Wehsargs, dem ich die briefliche freundliche Mitteilung verdanke, daß der weiße Gänsefuß auf sauren Lehm Böden (sauer, da zu wenig durchlässig) kein Unkraut wird.

²⁾ Es handelt sich hier um lediglich mit Wasser und nicht mit Salzsäure gewaschenen Sand, so daß damit gerechnet werden muß, daß in diesem zum mindesten noch Spuren von Kali enthalten waren.

den in Frage kommenden Düngesalzen bezw. Lösungen der Salze durchmischt worden war, gefüllt. Zur Aussaat wurden Samen der frühen Form verwandt, die, um einen besseren Aufgang zu erzielen, mit Glaspapier geritzt worden waren. Die Aussaat erfolgte am 21. V., der Aufgang am 28. V. Je Gefäß wurden neun Pflanzen zu weiterem Wachstum belassen und gleichmäßige Befeuchtung durchgeführt. Die jeweilige Düngung ist aus nachfolgender Übersicht ersichtlich, und zwar bedeutet

P:	das Gefäß erhielt	3 g	Calciumdiphosphat
K:	" " "	2 g	Kaliumsulfat
N:	" " "	2,5 g	Natriumnitrat
N ₁ :	" " "	2 g	Ammoniumsulfat.

2N, 2P und 2K bedeuten die doppelten Mengen der Nährstoffe.

(Fortsetzung in Heft 2)

Zur Frage der Bestimmung des Wasserminimums für die Samenkeimung.

Von

M. S. Dounine und M. N. Mjasdrikowa.

Mit 4 Abbildungen.

Das Studium des Wasserregimes der keimenden Samen ist von allergrößter Bedeutung. Nobbe (23) schrieb bereits im Jahre 1901: „Die normale Feuchtigkeit der Umgebung ist für den richtigen Gang des Keimungsprozesses der Samen nicht minder wichtig als die Regelung des Zutrittes von Wärme und Licht“¹⁾.

Dem kann zugefügt werden, das die Frage der geringsten Wassermenge, die für die Keimung der Samen benötigt wird, in theoretischer Beziehung wie auch vom praktischen Standpunkte

¹⁾ Zitiert nach der Ausgabe in russischer Sprache.

von größter Bedeutung ist. Diesen Teil der Sache erörtern Kamenski (16) und eine Reihe von anderen Verfassern. S. Bogdanoff (1) schreibt: „Die Kenntnis des „Minimums“ trägt dazu bei, den passenden Augenblick für die Aussaat zu wählen und das Saatgut in mehr oder weniger günstigere Bedingungen der Entwicklung zu bringen.“ Gemäß der Meinung desselben Verfassers liefert das Studium des „Minimums“ (M) das nötige Material zur Lösung der Frage der Regelung der Wasserabsorptionsfähigkeit der Samen.

Aber ungeachtet der Wichtigkeit dieser Frage ist sie bisher in der Literatur sehr ungenügend erörtert worden. Die Untersuchungen von S. Bogdanoff (1), die sich auf das Jahr 1888 beziehen, bedürfen bei aller ihrer Bedeutung einer nachträglichen Revision und Präzisierung. Noch vor Bogdanoff hat eine ganze Reihe von Verfassern (Van Thieghem und Bonnier (3), Haberlandt (4, 5, 6, 7), Harz (8), Hoffmann (9), Dmitriewitz (10), Detmer (11), Knop, Lehmann (12), Knauer (15), Marek (20), Michel (21), Nobbe (22), Schleiden und Schmiedt (28), Schindler (29), Tschaplewitz (31) und andere in ihren Untersuchungen die Frage des Minimums (M) berührt.

Nach den Arbeiten von Bogdanoff wurden im Verlauf von über 40 Jahren keine weiteren speziellen Untersuchungen in der Frage des Wasserminimums, das für die Keimung der Samen nötig ist, veröffentlicht. Erst im Jahre 1924—26 wurden die Resultate der von Krasno-Sjelskaja-Maksimowa (14) und Bytschichina (2) angestellten Versuche veröffentlicht, die eine indirekte Beziehung zu dieser Frage hatten, da bei diesen Versuchen nur die Frage der Quellungs- und Keimungsgeschwindigkeit der Samen verschiedener Größen untersucht wurde. Wir dagegen stellten uns zur Aufgabe, soweit als möglich zu untersuchen, in welcher Weise sich das M gemäß dieser oder jener Vorsaatbearbeitung einiger (getreidetechnischer und Gartenpflanzen-) Kulturen ändert. Das Studium wurde mit Kenaphsamen (*Hibiscus cannabinus* L.) begonnen, über die in der Literatur bezgl. der Größe des M bisher überhaupt keine Angaben gemacht wurden.

Die Versuche wurden zunächst mit folgenden Mustern, die uns von den Nordkaukasischen Plantationen der Aktiengesellschaft „Kenaph“ zur Verfügung gestellt wurden, vorgenommen, und zwar

Musternummer	Versuchsnummer	Keimungsfähigkeit
62	8—18	89,0
55	19—23	98,6
6	24—25	95,5
53	26	94,5
75	27	30,5
53	28—32	94,0
65	33—40	87,0
6	44—45	95,5

Vor den Versuchen wurden die Samen sorgfältig ausgelesen und ausschließlich gesunde und gut gereifte Samen gewählt.

Da der Zahlenwert des M von einer ganzen Reihe methodischer Momente abhängt, erachten wir es als nötig, dieselben einer vorhergehenden Versuchsprüfung zu unterziehen.

1. Extrahierungsprozesse bei der Samenquellung.

Haberlandt (4) betrachtet den Verlust der Substanzen bei der Einquellung der Samen als Exosmoseerscheinung. Die Samen, die sich während 24 Stunden im Wasser befanden, verloren laut Angabe dieses Verfassers, im Gewicht wie folgt:

Erbsen	5,03 %
Roggen	1,35 %
Weizen	1,14 %

Die Wirkung der verschiedenen Zeiten der Anquellung der Samen auf die Größe der Extrahierung wird durch folgende Tabelle illustriert:

Kulturpflanze	Wassertemperatur	Dauer der Quellung	Verlust in %
Mais	7° C	5 Tage	4,84
"	7° C	30 "	26,04
"	18° C	5 "	5,45
"	18° C	30 "	33,70

Laut Versuchen von Bogdanoff sind die Verluste von Trockensubstanzen bei angequellten Samen durch folgende Zahlen charakterisiert:

Benennung der Samen	Verlust an Trockensubstanzen in % zum Gewicht der luftgetrockneten Samen	Dauer, der Einquellung in Stunden
Mohrrübe	5,5	24
Rote Rübe	5,4	48
Erbsen	3,8	24
Sonnenblumen	1,7	24
Roggen	1,7	36
Weizen	0,7	36

Leider macht aber Bogdanoff keine Angaben über die Temperatur, bei der die Samen bei diesen Versuchen eingequellt wurden.

Bei unseren Versuchen der Bestimmung der Extrahierung stellten wir vorerst die Feuchtigkeit der Samen fest (drei Wiederholungen zu je 50 g); sodann wurden drei Proben von je 50 g in 20 cm Kochschen Schalen eingequellt, in die je 100 ccm destilliertes Wasser gegossen wurde. Die Schicht des Wassers über den Samen betrug 1—1,5 mm. Nach festgesetzter Zeit wurde das Wasser in einen Büchnerischen Porzellantrichter abgegossen; wir spülten die Samen zwei- oder dreimal mit destilliertem Wasser ab und fügten letzteres der abgegossenen Flüssigkeit zu.

Bei einigen Versuchen wurde die Flüssigkeit einer Abspülung durch Saugpapier filtriert, dagegen die der zweiten unfiltriert gelassen. Beide Flüssigkeiten wurden sodann separat durch ein Wasserbad oder auf einem elektrischen Ofen in Porzellanschälchen eingedampft. Der Rest trocknete bis zu einem beständigen Gewicht im Trockenschrank bei 96 und 100° C oder in einem elektrischen Ofen bei 100—109° ein.

Bei dem Studium der gestellten Fragen ist es sehr wichtig aufzuklären, in welcher Weise der Verlust der Trockensubstanz genauer bestimmt werden kann: durch das Quantum der Trockensubstanz im Wasser, welches zur Einquellung der Samen dient, oder durch Abnahme der Trockensubstanzen in den Samen. Alle Versuche, bei denen wir den Prozent der Extrahierung in Samen und Flüssigkeit parallel bestimmten, erwiesen, daß die Abnahme im Gewicht der Samen (als Regel) größer war als das Gewicht der Reste der Trockensubstanz nach Eindampfung der Spülwässer. Dieser Unterschied drückte sich in verschiedenen Zahlen aus, die in den Grenzen von 0,47% bis 12% schwankten.

Tabelle 1.

Versuchsnummer	Trockensubstanzverlust in % zum Gewicht der trockenen Samen	
	Analysen der unfiltrierten Flüssigkeiten	Analyse der Samen
45	0,40	0,87
27	1,20	1,55
44	0,48	0,86
33	0,73	0,97
6	0,33	0,52
32	0,33	0,38
7	0,46	0,34

Die Samen in den Versuchen (Tab. 1) wurden während 8,5 bis 10 Stunden bei einer Temperatur von 26—28° C eingeezelt. Nur bei den Versuchen 6 und 7 wurde die Temperatur bis zu 21° C herabgesetzt. Die Keimung des Versuchsmaterials erreichte bei allen Versuchen (außer Versuch 27) 85—99 %, im Versuche 27 wurde dagegen nur 30,5 % erreicht.

Das Mißverhältnis zwischen den Extrahierungszahlen, die bei den Samen und den trockenen Überresten der eingedampften Flüssigkeit erhalten wurden, läßt sich höchstwahrscheinlich durch den Umstand erklären, daß der Prozeß der Extrahierung der Samen durch nebensächliche Erscheinungen (Atmung usw.) beeinflusst wird. Außerdem muß die unvollständige Methode des Trocknens der Samen im Trockenschrank in Betracht gezogen werden, was s. Zt. durch Lebeljantzeff und Zalygin (17), sowie andere eingehendst analysiert wurde.

Um aufzuklären, ob der Prozeß der Extrahierung von der Keimungsfähigkeit der Samen abhängt, wurden Versuche durchgeführt, deren Resultate wir in der Tabelle 2 angeben:

Tabelle 2.

Versuchsnummer	% der Keimungsfähigkeit	Verluste (in % zum Gewicht der trockenen Samen)		
		Filtrierte Flüssigkeit	Analyse der Samen	Unfiltrierte Flüssigkeit
27	30,5	0,96	1,22	1,20
33	87,0	0,40	0,97	0,73
32	94,5	0,34	0,38	0,33

In den Versuchen (Tab. 2) wurden die Samen gleich lang eingequellt: 8 St. 35 Min. bei 27—28° C. Aus diesen Versuchen ist ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Keimungsfähigkeit der Samen und der Größe der Extrahierung ersichtlich. Diese Größen zeigen ein umgekehrtes Verhältnis.

Der Zusammenhang zwischen der Größe der Extrahierung und der Dauer der Sameneinquellung wird in der Tabelle 3 wie folgt angegeben:

Tabelle 3.

Versuchsnummer	Dauer der Einquellung der Samen (in Stunden)	Verluste (in % zum Gewicht der getrockneten Samen)
44	3 St. 00 Min.	0,16
40—a	8 " 15 "	0,45
40—a	9 " 00 "	0,61

Zu diesen Versuchen (Tab. 3) wurden die Samen gleicher Feuchtigkeit (11,55 %) und gleicher Keimfähigkeit (87,0 %) gewählt. Die Temperatur der Einquellung = 26,5°—28° C.

2. Methoden der Samenkeimung.

1. Haberlandt (5) hat die Samen zuerst anquellen lassen, um sie dann auf Rahmen, die er auf der unteren Seite mit ungefärbtem Flanell bespannt hatte, keimen zu lassen.

2. W. Knop und einige andere Verfasser (12), die die Frage der Einsaugung von Salzlösungen durch Samen untersuchten, quellten vorerst die Samen im Verlaufe einiger Tage ein; dann entfernten sie das Wasser von der Oberfläche der Samen und keimten letztere in einem Glasgefäß ohne weitere Befeuchtungen. In welcher Weise die Samen gegen die Verdampfung des Wassers geschützt wurden und bei welcher Temperatur sie quellten und keimten, ist aus den beschriebenen Versuchen nicht ersichtlich.

3. Tschaplowitz (31) hat bei dem Studium der Frage der Wasserabsorption durch kleine und große Körner folgendes Verfahren angewandt: Die gewogenen Samen wurden in separaten Glasgefäßen eingequellt und keimten bei ununterbrochener Wasserzufuhr bei einer Tiefe des Sandes von 1 cm oder auf Filtrierpapier bei einer unbeständigen Temperatur: Nachts schwankte sie zwischen 8 und 11° C und tagsüber zwischen 14 und 16° C. Als die Würzelchen erschienen, wurde die Oberfläche der Samen getrocknet und dieselben gewogen.

4. Bogdanoff (1) ist mit seinen Versuchen zu der Schlußfolgerung gelangt, daß es bei der Bestimmung des M am besten ist, die Samen nach vorhergehender Anquellung im Wasser in einem besonderen Gefäß keimen zu lassen. Hierbei machte er für die Technik der Anquellung der Samen wertvolle Angaben: 1. Die Schicht des Wassers über den Samen darf nicht zu hoch sein, um nicht den Zutritt der Luft zu erschweren (2 mm oder etwas mehr). 2. Eine zu große Wassermenge erhöht den Prozent der Extrahierung. 3. Man darf nicht zu wenig Wasser nehmen. 4. Das Wasser muß einmal am Tage gewechselt werden (die zwei letzten Bedingungen haben den Zweck, dem Faulen der Samen vorzubeugen).

Die Oberfläche der eingequellten Samen wurde durch Filtrierpapier abgetrocknet, dann kamen die Samen zwischen gut geschliffene Uhrgläser und schließlich wurden sie in den Keimapparat eingebettet.

Bei unseren Versuchen bedienten wir uns anfänglich zur Keimung der Samen der 20 cm Kochschen Schalen auf dreischichtigem Filtrierpapier, befeuchtet mit 20 ccm destilliertem Wasser. In jede Schale wurden 100 Samen eingebettet. Dieses Verfahren erreicht aber nicht den gewünschten Zweck der Bestimmung des M, da die Samen dem feuchten Filtrierpapier mehr als das benötigte Minimum von Wasser entnehmen konnten, das für die Keimung notwendig war.

Das zweite Verfahren der Keimung bestand in folgendem: In 7 cm Kochschen Schalen wurden die Samen zwecks Erreichung verschiedener Feuchtigkeitsgrade durch einen sehr dünnen Strahl von einer bestimmten Wassermenge benetzt, und keimten bei sorgfältiger Vermischung in der Feuchtkammer. Als Feuchtkammer diente ein Exsikkator, der in das Thermostat-Zimmer eingeführt wurde. Auf den Boden des Exsikkators wurde Wasser gegossen, welches das Filtrierpapier befeuchtete, das in Streifen die Wände und die Decke überzogen. Nach der Keimung wurden die durchkeimten Samen von den nichtkeimenden abgesondert und ihre Feuchtigkeit festgestellt.

Das Resultat der Versuche des zweiten Verfahrens zeigte dieselben Ergebnisse wie sie Bogdanoff erzielte — trotz der zeitraubendsten Arbeit ist es unmöglich, die Samen in den Schalen, in denen sie keimten, gleichmäßig einzuquellen.

Hier ist es interessant, die Beobachtungen des Mitarbeiters unseres Laboratoriums M. F. Anufrieff festzustellen, laut denen die

Ungleichmäßigkeiten der Absorption von Wasser durch Samen bewiesen wird. In mehreren Serien von Versuchen wog Anuffrieff jeden Samenkern vor und nach der Einquellung, indem er die Samen in separaten Probiergläsern anquellien ließ. Bei diesen Versuchen zeigte es sich (in Muster Kenaph Nr. 56), daß einige (durchkeimte) Samen im Durchschnitt 59, 79⁰/₁₀₀, andere (nicht keimende) jedoch bis 104,10⁰/₁₀₀, 119,75⁰/₁₀₀ und 143,50⁰/₁₀₀ Wasser aufnahmen.

Wenn wir uns zu den Zahlenresulaten der Versuche wenden (siehe Tab. 4), müssen wir uns notgedrungen nochmals, und dies endgültig von der Unzweckmäßigkeit der ersten zwei Keimungsverfahren überzeugen.

Tabelle 4.

Versuchsnummer	Keimungsverfahren	Minimum	Durchschnittsfehler des Versuches	„A“
9	erstes	116,92	± 1,09 %	94,28 %
8	„	94,60	± 1,18 %	95,00 %
7	zweites	98,69	± 1,40 %	73,50 %
6	„	108,46	± 8,39 %	85,50 %

Anmerkung: In Tabelle 4 und in den weiteren Auseinandersetzungen wird durch den Buchstaben „A“ das Prozent der sprossenden Samen aus der Gesamtzahl der keimfähigen Samen angemerkt.

Eine ganze Reihe von nachträglichen Versuchen der Bestimmung des M bestätigt den unmittelbaren Zusammenhang zwischen den Größen A und M. In den Versuchen 8 und 9 ist das Minimum trotz der gleichen Größen des A verschieden. Daher ist es unmöglich, sich des ersten Verfahrens der Keimung zu bedienen, da hierbei die Gesetzmäßigkeit verletzt wird.

Die Unzulässigkeit des zweiten Verfahrens wird durch allzu große Fehler in den Versuchen (1,40⁰/₁₀₀ und sogar 8,30⁰/₁₀₀) bedingt.

Drittes Verfahren. Die Samen wurden vorerst in einem separaten Gefäß (20 cm Kochsche Schalen) eingequellt. Zur Vergleichung wurde dieser Prozeß bei verschiedenen Temperaturen und Zeiten vorgenommen. Die Samen wurden an der Oberfläche durch Filtrierpapier getrocknet und in eine Feuchtkammer in 7,5 cm (und nachträglich in 10 cm) Kochsche Schalen gebettet. Die Idee dieses Verfahrens ist von Bogdanoff (1) mit Änderung einiger Einzelheiten entnommen. Um die Samen bei der Keimung in einer

Schicht anzubringen, wurde das Gewicht der Samenprobe der Innenfläche der Kochschen Schalen angepaßt.

Das letzte Verfahren erwies sich technisch als vollständig zulässig, benötigte aber weitere Verbesserungen.

3. Trocknen der Samen.

Die Aufnahme einer gewissen Wassermenge bei den Versuchen wird, wie bereits angewiesen, durch die Einquellung der Samen im Wasser während dieser oder jener Zeitperiode erreicht. Um das Quantum des Wassers zu bestimmen, das nach innen eingedrungen ist, muß es von der Oberfläche der Samen entfernt werden. Das Letztere wird mit Hilfe des Abtrocknens der Oberfläche der Samen durch Filtrierpapier erreicht. Dieser Teil der Arbeit enthält ungeachtet der scheinbaren Einfachheit, viele Fehlerquellen, da man bei weitem nicht unter allen Bedingungen gleichmäßig und zugleich vollständig das oberflächliche Wasser absondern kann.

Wir untersuchten folgende vier Methoden:

Erste Methode: Die Samen jedes der drei parallelen Versuche wurden durch eine Schicht Filtrierpapier einzeln abgetrocknet.

Zweite Methode: Die Samen wurden einzeln auf zwei Schichten Filtrierpapier, das sich in tiefen 20 cm Kochschen Schalen befand, verteilt. Nach dieser Methode wurde zur Verteilung von 5 g Samen bis zu 10 Min. Zeit benötigt.

Dritte Methode: Die Samen wurden in zwei Schichten Filtrierpapier unmittelbar an der Luft getrocknet. (Jede Wiederholung separat.)

Vierte Methode: Die Samen aller Wiederholungen (auf zwei Schichten Filtrierpapier) wurden zusammen, ebenfalls unmittelbar an der Luft, getrocknet. Die Kontrollversuche ergaben, daß die letzte Methode den kleinsten Fehler aufwies (siehe Tab. 5).

Tabelle 5.

Trockenmethode	Durchschnittsfehler des Versuches
Erste Methode	$\pm 1,05\%$
Zweite „	$\pm 1,08\%$
Dritte „	$\pm 0,89\%$
Vierte „	$\pm 0,39\%$

4. Samenprobegewicht und Keimapparat.

Bei den Versuchen von Bogdanoff (1) bestand das Samenprobegewicht aus zehntel von Gramm. Höchstwahrscheinlich war dieser Umstand auch einer der wichtigsten Gründe von großen (bis 10%) Differenzen zwischen den parallelen Bestimmungen. Unsere Versuche führten wir anfänglich mit Proben von 5 g Gewicht durch, wobei wir die Samen in 7.5 cm Kochschen Schalen keimten. Weiterhin wurde das Gewicht der Proben bis zu 10 g erhöht, wobei die Samen durchschnittlich in Schalen von 10 cm gekeimt wurden. Im zweiten Falle war es auch nötig, den Umfang der Feuchtkammer zu vergrößern. Anstatt in Exsikkatoren wurden die Schalen mit den Samen in einem Glasgefäß (Aquariumtyp) mit einem Umfang von $38 \times 26 \times 26$ cm untergebracht. In diesem Gefäß befanden sich zwei Fächer, für zwölf 10 cm Kochsche Schalen bestimmt. Der Glasdeckel und die Wände des Apparates wurden von innen mit Filtrierpapier überzogen, das automatisch mit Wasser befeuchtet wurde, das sich auf dem Boden des Gefäßes befand. Um Feuchtigkeitsverluste zu vermeiden, wurden die Kochschen Schalen geschlossen übertragen und dann schnell geöffnet. Immerhin, trotz dieser Vorsichtsmaßregel, entstand die Frage: verlieren die Samen sogar in geschlossenen Schalen nicht einen Teil des Wassers, da dieselben nicht hermetisch geschlossen wurden? Durch Kontrollversuche (siehe Tab. 6) haben wir uns jedoch überzeugt, daß man außerhalb des Apparates mit geschlossenen Schalen (Abwiegung) ohne irgendeinen nennenswerten Verlust an Feuchtigkeit ganz gut arbeiten kann. Im wesentlichen führten die Kontrollversuche zu folgendem:

Die geschlossenen und geöffneten Schalen mit den zur Keimung zu verschiedenen Zeiten vorbereiteten Samen wurden außerhalb des Apparates gestellt (5 und 15 Min.).

Tabelle 6.

Versuchs- nummer	Verlust an Feuchtigkeit durch Samen (in % lufttrockener Samenproben)			
	Schalen außerhalb des Apparates			
	Geöffnet		Geschlossen	
	5 Min.	15 Min.	5 Min.	15 Min.
1	0,39	1,01	0,00	0,00
2	0,44	0,96	0,06	0,00
3	0,28	1,02	0,00	0,00
Durchschnitt	0,37	0,99	0,02	0,00

Die Samen, die in offene Kochsche Schalen gebettet waren, verloren ein gewisses, wenn auch unbedeutendes Quantum von Wasser (im Durchschnitt 0,37). Es ist natürlich, daß das plötzliche Öffnen des Apparates einen gewissen Verlust an Wasser mit sich bringt; derselbe ist aber dermaßen unbedeutend, daß er keinen merkbaren Einfluß auf die Resultate der Wägung ausüben kann.

Um die Verdunstung des Wassers in der Feuchtkammer aufzuklären, nahmen wir 7,5 cm Kochsche Schalen mit Wasser und verteilten sie auf die Fächer des Apparates, wobei es sich erwies (Tab. 7), daß das Wasser unter diesen Bedingungen sehr langsam verdunstete, was als Beweis der Tauglichkeit der Einrichtung für die Zwecke unserer Versuche diente.

Tabelle 7.

Versuchs- nummer	Unteres Fach		Oberes Fach	
	Verlust an Feuchtigkeit in % nach			
	24 Stunden	48 Stunden	24 Stunden	48 Stunden
1	0,03	0,00	0,31	0,14
2	0,00	0,12	0,15	0,22
Durchschnitt	0,01	0,06	0,23	0,18

Bei den Versuchen mit Samenproben von 30 g Gewicht wurde die Keimung in 20 cm Kochschen Schalen durchgeführt. Die Sättigung der umgebenden Atmosphäre mit Wasserdämpfen erfolgte bei diesen Versuchen unmittelbar innen, in den Schalen, deren Deckel (innere Seite) mit feuchtem Filtrierpapier belegt wurden. Die Genauigkeit der Bestimmungen unter diesen Verhältnissen ist durch folgende Tabelle illustriert:

Tabelle 8.

Lufttrockene Samenproben	Durchmesser der Kochschen Schalen in cm	Durchschnittsfehler des Versuches	L
5	7,5	$\pm 1,77\%$	0,47 %
10	10,0	$\pm 0,22\%$	0,11 %
30	20,0	$\pm 0,11\%$	7,87 %

Die Arbeit mit den 7.5 cm Kochschen Schalen ergibt einen zu großen Durchschnittsfehlersatz. Außerdem ist eine sehr große Samenprobe (30 g) unbequem: bei der Absonderung der durchgekeimten Samen ergibt sich ein bedeutender Wasserverlust, was durch die Größe „L“ charakterisiert wird. Daher ist praktisch die Durchschnittsprobe von 10 g die bequemste.

5. Absonderung der gekeimten Samen.

Bei der Bestimmung des M ist einer der wichtigsten Momente die Absonderung der gekeimten Samen. Aus den Kochschen Schalen werden die Samen mit Hilfe einer Pinzette in zur rechten Zeit vorbereitete Gewichtsgläschen überführt. Es ist klar, daß während dieser Arbeit ein bedeutender Teil des Wassers verdunstet. Bei den ersten Versuchen war diese Verdunstung die Ursache von bedeutenden Wasserverlusten. Später gelang es aber, diese Versuche im Durchschnitt bis auf 1,25‰ zu verringern, was aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Tabelle 8 a.

Versuchsnummer	L ‰
11 a	1,21
11 a	1,58
11 b	1,26
11 b	1,69
18	0,90
18	0,95
18	1,18
Durchschnitt	1,25

Um die Verluste noch mehr zu vermindern, wurden bei weiteren Versuchen die Schalen mit Samen während des Ablesens der gekeimten Samen in eine besondere Feuchtkammer eingebracht, deren Inneres eine große Verdunstungsfläche darstellte (Schicht von mit Wasser gesättigtem Filtrierpapier).

Hierbei verringerte sich der Verlust an Wasser noch mehr.

Tabelle 8b.

Versuchsnummer	L
18	0,68
28 a	0,88
28 b	0,45
28 b	0,64
28 b	0,72
32	0,80
32	0,83
32	0,52
34	0,74
34	0,70
34	0,55
34	0,90
36	0,83

Da der Unterschied im Durchschnittsquantum des Wassers der Absonderung der gekeimten und ungekeimten Samen unbedeutend ist, und da außerdem die Gesamtverluste (im Vergleich) zu der absoluten Größe des M klein sind, kann man das angegebene Verfahren als gut annehmbar gelten lassen.

6. Abhängigkeit des M vom Keimungsstadium.

Schon a priori kann man annehmen, daß der Prozentgehalt des Wassers in keimenden Samen nicht unveränderlich bleibt.

Unter gewissen Bedingungen können die Samen die Wasserdämpfe aus der umgebenden Luft absorbieren. Außerdem entsteht in den energisch atmenden Samen die Anhäufung von Wasser als Resultat der Oxydierung solcher Stoffe wie z. B. Glukose.

Ljaskowsky (18) charakterisiert diesen Prozeß in folgender Weise:

Tabelle 9.

Keimungstemperaturen	Quantum des neu- gebildeten H_2O auf 10 g Trockensubstanz keimender Samen in mg	Quantum CO_2 gebildet beim Ver- such auf 10 g Trockensubstanz	Quantum von Trocken- substanz keimender Samen in % gegenüber dem Gewichte der Trockensubstanz vor der Keimung
15—18°	442	1064	97,64
	865	2101	97,09
	1228	2488	92,23
25—30°	245	1212	96,47
	392	1247	97,28
	621	1481	97,54
	1223	2783	95,32

Gleicher Art Beobachtungen machten Saks (25) wie auch Saussure (24), Udemans und Rauenhof (30). Bogdanoff (1) bemerkt ebenfalls den Einfluß verschiedener Stadien der Keimung der Samen auf die Resultate der Bestimmung des M laut folgender Tabelle:

Tabelle 10.

Benennung der Samen	Absorbierung des Wassers in % zu den Trockensubstanzen der Samen	Länge der Würzelchen in mm
<i>Onobrychis sativa</i> .	122,2	8
" " "	135,4	14
" " "	143,2	17
Sandwicke . . .	110,8	5
" . . .	125,1	11
Emmer	62,5	1
"	73,1	16

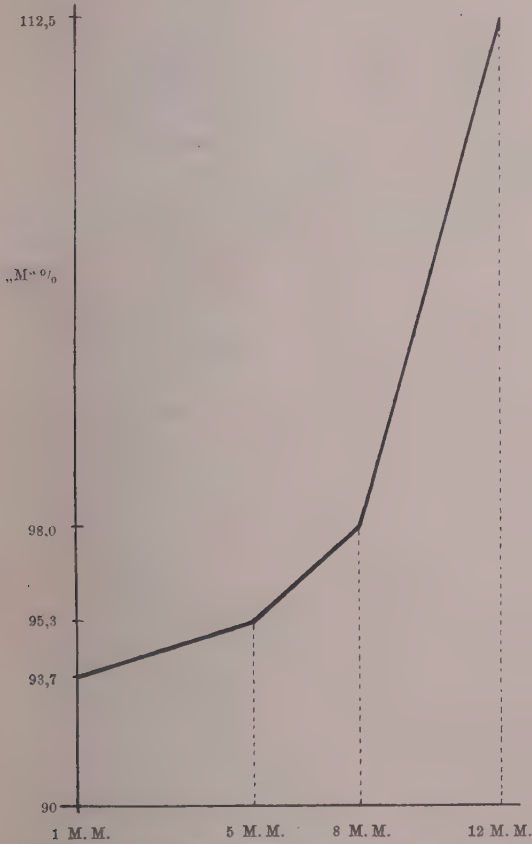
Zu beachten ist, daß dieser Verfasser bei seinen Versuchen der Länge der Keimlinge größtenteils keine Rechnung trug und dies damit motivierte, daß man sich nicht immer mit den ersten Stadien der Entwicklung der Wurzeln begnügen könne, da 1. bei groben Körnern die Wurzeln eine große Länge erreichten, ehe sie zum Vorschein kamen und 2. die Samen mit verschiedenen Geschwindigkeiten anquellten und keimten. Daher empfiehlt Bogdanoff, die Versuche solange als möglich zu führen und zwar in Fällen, in denen es wünschenswert erscheint, daß der größte Teil der Samen aufkeimt. Dessen ungeachtet zeigen unsere Versuche, daß man bei der Bestimmung des M von einer solchen Ansicht nicht ausgehen kann. In der Tabelle 11 sind die Resultate eines dieser Versuche angegeben, durch den der Einfluß der verschiedenen Zeiten der Berechnung des M untersucht wurde. Hierbei wurden die Samen im Verlaufe von 8 Stunden in 7,5 cm Kochschen Schalen bei 20,0—21,5° C eingequellt (anfänglicher Wassergehalt der Samen betrug 8,42 %).

Tabelle 11.

Dauer der Einquellung in Stunden	Länge der Würzelchen in mm	M
12	$\frac{1}{2}$ — 2	93,72
24	4— 6	95,38
36	6—10	98,08
36	12	112,55

Wie die Einzelheiten der Tabelle 11 zeigen, hat sich im Verhältnis zu dem Wachstum der Wurzeln auch die gesamte Feuchtigkeit der Samen erhöht (siehe Diagr. 1). Beim 2. Ver-

Diagramm Nr. 1.



Die Abhängigkeit des „M“ von der Länge der Wurzeln (x-Achse).

such (Tab. 12) quellten die Samen 8 St. 45 Min. bei 23° C. Hier wurde eine längere Zeit in Betracht gezogen, wobei eine noch bedeutendere Erhöhung der Feuchtigkeit der Samen beobachtet wurde.

Tabelle 12.

Dauer der Versuche in Stunden	Länge der Wurzeln in mm	M
82	13—14	106,24
82	15—16	110,03
104	18—21	118,63

Bei weiteren Versuchen wurden die Samen in 10 cm Kochschen Schalen bei 22° C gekeimt. Hierbei wurden im Versuche 32 (Tab. 13) die Samen vorerst in 20 cm Kochschen Schalen bei 28° C (Feuchtigkeit der Samen 9,14 %) eingequellt. Bei diesem Versuche wurde wiederum die Erhöhung des M beobachtet — alles Fälle, in denen die Dauer der Samenkeimung und die Länge der Wurzeln größer wurden.

Tabelle 13.

Dauer der Einquellung in Stunden	Länge der Wurzeln in mm	M	Durchschnitts- größe des M
18	1	88,16	} 91,73
18	2,5	95,31	
54	2	90,26	} 97,12
54	8,5	103,99	
72	1	86,45	} 98,23
72	6	96,23	
72	14	111,96	

Der letzte Versuch (siehe Tab. 14) wurde nach verändertem Schema ausgeführt. Die Samen in 12 Kochschen Schalen keimten bei 22° C. Nach 20 Stunden wurden die Schalen herausgenommen und in vier von ihnen die gekeimten Samen analysiert. Die Länge der Wurzeln schwankte zwischen 0,5 bis 3 mm, bei einem gleichen M von 93,96 %. Die übrigen Schalen (8 Stück) wurden nach gleichzeitigem Wiegen für weitere Keimung in die Feuchtkammer zurückgebetet.

Nach 48 Stunden wurden von den übriggebliebenen Schalen bei weiteren vier Schalen die gekeimten Samen einer Analyse unterworfen, wobei die Länge der Wurzeln 8 mm und das M 96,20 % betrug.

Die Samen der vier übriggebliebenen Schalen wurden nach 72stündiger Keimung untersucht und ergaben Wurzeln mit einer Länge von 12 mm, bei einem Zahlenwerte des M von 101,27 %.

Tabelle 14.

Dauer der Quellung in Stunden	Länge der Würzelchen in mm	M
20	0,5—3	93,96
48	1—8	96,20
72	1—12	101,27

Durch die Resultate dieser Versuche wurde ermittelt, daß der Zahlenwert des M in bedeutendem Maße vom Stadium der keimenden Samen abhängt, die durch die Länge der Wurzeln oder durch die Zeiten charakterisiert werden.

7. Verhältnis zwischen dem M und der Temperatur.

Die Schnelligkeit der Quellung und Keimung der Samen ist in einem hohen Grade durch die Temperaturverhältnisse dieser Prozesse bedingt.

Dmitriewitz (10) studierte die Vergrößerung des Gewichtes der Samen-Einquellung bei 0°, 10°, 15°, und 35° während verschiedener Zeitperioden (6, 12, 24 und 48 Stunden). Bei niedrigen Temperaturen wurde eine verhältnismäßig langsame Erhöhung der Feuchtigkeit beobachtet, bei höheren Temperaturen hingegen nahmen die Samen das Wasser bedeutend schneller auf. Es muß aber bemerkt werden, daß, abgesehen von der Temperatur, bei welcher die Samen quellten, sie zum Schluß doch das gleiche Quantum von Wasser enthielten.

Tabelle 15 (nach Dmitriewitz).

Temperatur der Einquellung	Benennung der Samen	Dauer der Quellung in Stunden			
		6	12	24	48
		Erhöhung im Gewicht in %			
0	Roter Klee	60,0	89,0	107,0	115,7
10	" "	68,2	93,0	109,2	116,3
15	" "	100,2	113,7	111,5	116,8
35	" "	118,7	120,8	120,0	117,7
0	Rapskohl	35,5	48,5	55,0	56,0
10	"	37,0	53,4	56,0	56,0
15	"	52,2	55,0	57,0	56,0
35	"	55,7	56,8	53,9	58,0
0	Erbsen	60,0	79,5	91,6	101,0
10	"	63,5	82,2	100,0	101,0
15	"	75,0	97,5	101,5	101,5
35	"	97,5	99,0	101,5	101,3

Haberlandt (5) keimte die Samen bei verschiedenen Temperaturen: $3,7^{\circ}$; $8,4^{\circ}$; $12,5^{\circ}$; $14,8^{\circ}$; u. zw. auf Rahmen die mit feuchtem Flanell überzogen waren. Die Samen wurden vorerst in Wasser im Verlaufe von 24 Stunden unter gleichen Temperaturen eingequellt. Bei niedrigen Temperaturen ging die folgende Keimung langsamer vonstatten, als bei hohen. Als Beispiel führen wir einen Teil der Tabelle seiner Arbeit an:

Winterweizen.

Temperatur der Keimung und Einquellung	$3,8^{\circ}$	$8,4^{\circ}$	$12,5^{\circ}$	$14,8^{\circ}$
Erhöhung des Gewichtes in %	28,96	36,68	36,45	44,89
Erscheinen der Wurzeln (in Tagen) . . .	6	3	2	$1\frac{1}{2}$

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, befindet sich das Quantum des Wassers in keimenden Samen in engster Abhängigkeit von der Temperatur, bei welcher der Prozeß der Einquellung und Keimung vor sich ging.

Van Thieghem und Bonnier (3) kamen bei Untersuchungen der Erscheinung der Exosmose und Endosmose zu dem Schluß, daß die Fähigkeit der Samen, Wasser zu absorbieren, keinesfalls von der Temperatur abhängig gemacht werden kann.

Bogdanoff (1) hat bei seinen Versuchen der Bestimmung des M so lange eingequellt, damit der größte Teil der Samen ein genügendes Quantum von Wasser zwecks Keimung aufnehmen kann. Bei welcher Temperatur diese Versuche gemacht wurden, gibt der Verfasser leider nicht an. Aber später wies er darauf hin, daß die Temperatur der Keimung auf das M keinen Einfluß hat. (Siehe Tab. 16.)

Tabelle 16 (nach Bogdanoff).

Kulturpflanze	Nr. der Versuche	Temperatur der Keimung	Wassergehalt in % zur Trockensubstanz	Länge der Würzelchen in cm
Weißer Felderbse	1	11°	136,0	2,4
" "	2	18°	134,9	2,0
" "	3	24°	136,6	1,5
" "	4	30°	131,1	1,4

Aus späteren Arbeiten erwähnen wir die Versuche von Bytchichina (2), die bemerkte, daß die Weizensamen (gemäß den Fraktionen) in direkter Abhängigkeit von der Erhöhung der Temperatur keimen.

Krasnosjelskaja-Maksimowa (14) beobachtete das Einquellen und die Keimung bei verschiedenen Temperaturen: 3° — 5° C und bei $12,5^{\circ}$ — $15,6^{\circ}$ C (Schwankungen während 24 Stunden). Sie ließ die Samen in Petrischalen auf Filtrierpapier anquellen, nachdem sie dieselben in Wasser von gleicher Temperatur gelegt, bei der der Versuch vor der Versenkung gemacht wurde und mit einer Scheibe aus Filtrierpapier zugedeckt hatte. Nach einer bestimmten Zeit wurde das Wasser von den Samen abgegossen; die Samen wurden mit einem dünnen Leintuch abgetrocknet, gewogen und dann wieder weiter gequellt. Bei 15° C quellten die Samen im Verlaufe von 33 Stunden, und bei 5° C in 120 Stunden. Die Samen, welche nach der Quellung bei niedriger Temperatur keimten, enthielten mehr Wasser, als jene, die bei hoher Temperatur anquellten, wie aus der Tabelle 17 ersichtlich ist.

Tabelle 17 (nach Krasnosjelskaja-Maksimowa).

Weizen	Gewicht von 100 Körnern in g	% von Wasser beim Durchkeimen	
		15° C	5° C
04960 Charkower Landwirtschaftliche Versuchsstation	1,84	45,6	48,9
Tulun 324	2,82	39,0	48,2
2267 Moskau	5,46	40,6	46,8

Die Verfasserin nimmt an, daß bei niedriger Temperatur die Samen nicht infolge aktiven Wachstums des Keimes durchkeimten, sondern dank dem Drucke des angequellten Endospermes auf die Hülle.

Bei Durchführung unserer Versuche betreffs Anquellung und Keimung der Samen, bestimmten wir vor allen Dingen deren Feuchtigkeit. Wir quellten, trockneten und keimten sie gemäß den oben angezeigten Methoden. Hierbei wurde die Berechnung der Samen nach Möglichkeit im Anfangsstadium der Durchkeimung geführt (mit der Länge der Wurzeln von $\frac{1}{2}$ —4 mm).

Wir wollten aufklären, ob das *M* von der Dauer der Einquellung der Samen abhängt. Aus der Tabelle 18 ist ersichtlich, daß die Feuchtigkeit der Samen sich proportional der Dauer ihrer Einquellung erhöht. Dieselben Versuche zeigen (wie auch zu erwarten war) das umgekehrte Verhältnis zwischen der Menge des flüssigen Wassers, eingesaugt während der Einquellung, und dem Quantum von Wasserdämpfen die durch Samen aus der Luft der Feuchtkammer im Laufe des Keimungsprozesses absorbiert werden.

Tabelle 18.

Versuchsnummer	Dauer der Einquellung (in Stunden)	Feuchtigkeit der Samen in %	Quantum der Wasserdämpfe, welche während der Keimung absorbiert werden in %	Anmerkung
10 a	2	20,60	14,86	Die Samen keimten nach 20 Stunden bei 20—22° C
10 a	4	36,50	7,56	
10 a	6	56,22	1,26	
15	1	15,43	1,26	
15	3	35,70	1,26	
15	5	51,48	1,26	

Bei weiteren Versuchen (Tab. 19) wurden die Samen längere Zeit eingequellt und die Keimung derselben fand nach 12 Stunden (Versuche 11 a) und 18 Stunden (Versuche 10 und 11) bei 23° C statt. Die Resultate dieser Versuche (Tab. 19) lassen den Schluß zu, daß das Prozent der gekeimten Samen („A“) sich im Verhältnis zur Dauer der Einquellung erhöht und damit erhöht sich auch das *M*.

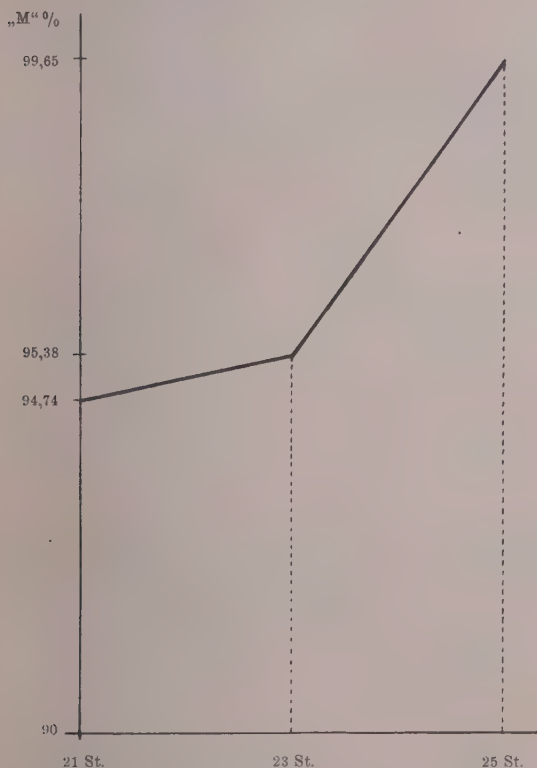
Tabelle 19.

Versuchsnummer	Dauer der Einquellung (in Stunden)	M	A
10 c	8	91,94	46,17
11	10	98,18	87,84
11 a	7	94,21	8,87
11 a	9	97,52	61,82

Dieselbe Abhängigkeit der Größe *M* von der Dauer der Einquellung wurde bei niedriger (8° C) und hoher (35° C) (Tab. 20) Temperatur studiert.

Die niedere Temperatur wurde durch ununterbrochenen Zufluß von Wasser aus der Wasserleitung auf die geschlossenen Kochschen Schalen erreicht, in denen sich die Samen befanden. Sie quellten im Verlaufe von 21, 23 und 25 Stunden und wurden in

Diagramm Nr. 2.



Die Abhängigkeit des „M“ von der Dauer der Einquellung der Samen.

folgender Reihenfolge berechnet: — Nach 26 Stunden der Keimung — bei 21ständiger Einquellung, nach 22 Stunden bei 23ständiger Einquellung, nach 21 Stunden bei 25ständiger Einquellung. Die Samen keimten bei 22° C (siehe Tab. 20) und wurden bei Wurzeln von einer Länge von 3—4 mm berechnet (siehe Diagramm 2).

Tabelle 20.

Versuchsnummer	Dauer der Einquellung in Stunden	nM^u	nA^u
18	21	94,74	32,14
18	23	95,38	49,61
18	25	99,40	65,08

Die Größe des M hängt weiterhin von der Zeit der Einquellung ab. Bei den Versuchen der Einquellung der Samen bei einer Temperatur von 35°C ist bemerkt worden, daß diese hohe Temperatur auf die Samen einigermaßen drückend wirkte und die Abhängigkeit des M von der Einquellungszeit ungünstig beeinflusste (siehe Tab. 21). Bei diesen Versuchen keimten die Samen in 20 Stunden bei 23°C .

Tabelle 21.

Versuchsnummer	Einquellungsdauer der Samen in Stunden	nM^u	nA^u
18	4,00	90,13	3,06
18	4,50	93,95	41,48
18	4,30	97,04	67,57
19	4,30	92,17	9,62
20	4,50	90,19	15,57

Bei den weiteren Versuchen (Tab. 22) wurde die Abhängigkeit des M von der Zeit der Einquellung mit voller Klarheit wieder hergestellt, wobei die Samen bei einer günstigsten Temperatur von $27-28^{\circ}\text{C}$ eingequellt wurden. Sie keimten bei 22°C innerhalb 20 Stunden. Die Länge der Wurzeln betrug 1—3 mm (siehe Tab. 22).

Tabelle 22.

Versuchsnummer	Dauer der Einquellung (in Stunden)	nM^u	nA^u
19	6	90,61	11,08
19	6,30	92,19	31,16
28	6	70,79	nicht durchgekeimt
28	7,30	89,72	16,40
28c	7,50	93,33	23,46
28c	8,30	95,96	53,83
28c	9	96,23	80,38

Welche Wirkung übt nun die Temperatur der Einquellung der Samen auf die Größe M aus? (siehe Tab. 23). Zu diesem Zwecke müssen wir die Resultate der vorhergehenden Versuche, bei denen die Samen unter verschiedenen Temperaturen eingequellt wurden, vergleichen. Ein solcher Vergleich zeigt, daß ungeachtet des Temperaturunterschiedes bei der Einquellung, das M beständig bleibt. Aber die letztere Tatsache trat nur bei gleichen Zeiten der Keimung ein.

Tabelle 23.

Temperatur der Einquellung	„M“	„A“
8° C	95,38	49,61
27° C	95,96	53,83
35° C	97,04	57,57

Bei den Versuchen, bei denen die Samen während verschiedener Zeiten analysiert werden mußten, um die anfänglichen Stadien der Entwicklung der Samen festzustellen, erwies der Faktor der Temperatur nur indirekte Wirkung auf die Größe des M.

In solchen Fällen erwies sich die Abhängigkeit des M von der Keimungsdauer, trotzdem das „A“ zu gleicher Zeit sank (siehe Tab. 24).

Tabelle 24.

Zeit der Einquellung in Stunden	Temperatur der Einquellung	Keimungsversuchszeiten (in Stunden)	„M“	„A“
30	9° C	60	109,96	64,55
15,5	18° C	24	104,22	100,50

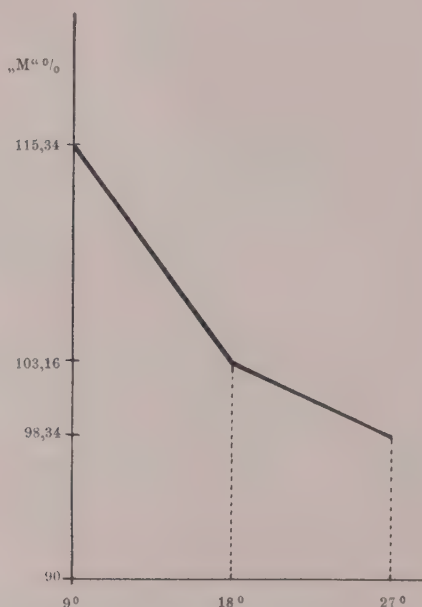
Die Resultate dieses Versuches (Tab. 24) stimmten mit den Resultaten der Untersuchung von Krasnosjelskaja-Maksimowa (18) überein, die ebenfalls bemerkt, daß die Feuchtigkeit der keimenden Samen im umgekehrten Verhältnis zur Temperatur der Einquellung der Samen steht.

Unsere folgende Arbeit bestand in der Feststellung des Einflusses derselben Faktoren (Temperatur und Dauer) bei der Samenkeimung.

Aus den Versuchen 33 und 34 (Tab. 25) (siehe Diagr. 3) ist ersichtlich, daß das M in umgekehrtem Verhältnis zur Temperatur

der Keimung der Samen steht. (Wiederum stellen wir die Übereinstimmung unserer Resultate mit denen von Krasnosjelskaja-Maksimowa fest).

Diagramm Nr. 3.



Die Abhängigkeit des „M“ vom t° der Keimung.

Tabelle 25.

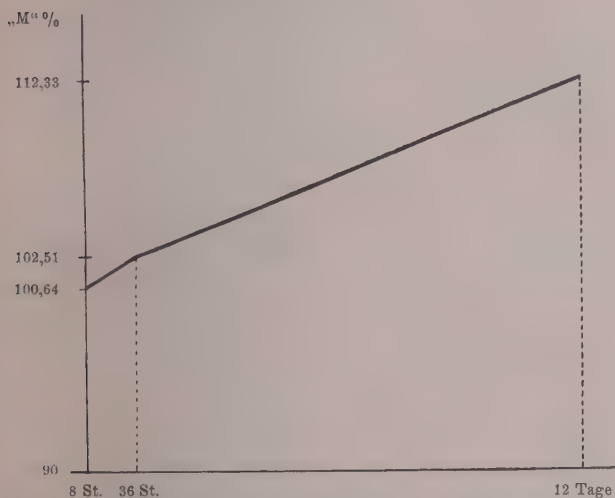
Versuchsnummer	Temperatur der Keimung	Zeiten der Keimung	„M“	„A“
33	9° C	10—12 Tage	115,34	62,46
33	18° C	24 Stunden	103,15	83,43
33	27° C	18 „	98,34	101,73
34	9° C	11—12 Tage	111,70	65,65
34	18° C	24 Stunden	101,84	93,65
34	27° C	18 „	103,17	108,00

Bei den Versuchen (33 und 34) wurden in allen Fällen die Samen während 8 St. 45 Min. bei 27° C eingequellt. Aus der Tab. 25 ist ersichtlich, dass bei niedriger Temperatur (9° C) und längerer

Keimungsdauer (11—12 Tage) das M sich erhöhte, trotzdem das A niedriger war, als bei höheren Temperaturen der Keimung.

Diese Versuche (Tab. 23 und 25) und die nachfolgenden (Tab. 26) zeigen, daß das M unmittelbar von der Temperatur und in gleicher Weise von der Dauer der Keimung abhängt (siehe Diagr. 4).

Diagramm Nr. 4.



Die Abhängigkeit des „M“ von der Dauer der Keimung der Samen.

Tabelle 26.

Dauer der Einquellung der Samen	Temperatur der Keimung	Dauer der Keimung	M	A
30 Stunden	9° C	12 Tage	112,33	20,27
15,5 Stunden	18° C	36 Stunden	102,51	93,04
8 Stunden	27° C	8 „	100,64	102,80
45 Minuten				

Alles Voranstehende gestattet den Schluß, daß die Größe des M von der Temperatur und den Zeiten der Einquellung und Keimung der Samen abhängt. Etwaige Änderungen dieser Faktoren ziehen auch die Änderung im Quantum der durchkeimenden Samen (A) sowie in der Zahlenbedeutung des M nach sich.

Auf Grund aller früheren Versuche gelangen wir zu zwei bestimmten Folgerungen:

1. M ist dem A gegenüber proportional falls die Keimungsdauer der Samen kurz ist.

2. Bei Änderung der Zeiten der Keimungsdauer der Samen ist M der Keimdauer gegenüber umgekehrt proportional. (Diese Abhängigkeit erhält man auch im Falle, daß die Samen bei niedriger Temperatur keimen).

8. Abnahme der Trockensubstanz in keimenden Samen.

Die Abnahme der Trockensubstanz bei der Keimung werden durch folgende Zahlen in Tabelle 27 charakterisiert:

Tabelle 27.

Versuchsnummer	Temperatur der Einquellung	Dauer der Einquellung in Stunden	Temperatur der Keimung	Dauer der Keimung	Abnahme von Trockensubstanz in %
11 a	23°C	9—00	22°C	24 Stunden	1,33
11 a	23°C	8—00	22°C	24 "	0,66
11 a	23°C	7—00	22°C	24 "	0,22
28 a	27,5°C	8—30	22°C	18 "	0,78
28 a	27,5°C	7—30	22°C	18 "	0,50
40 a	26,5°C	9—00	22°C	18 "	1,07
40 a	26,5°C	8—15	22°C	18 "	1,04

Bei den folgenden Versuchen (Tab. 28) wurden die Samen während einer längeren Zeit gekeimt; im Zusammenhang damit erhöht sich das Prozent der Abnahme der Trockensubstanz.

Tabelle 28.

Versuchsnummer	Temperatur der Einquellung	Dauer der Einquellung	Temperatur der Keimung	Dauer der Keimung in Stunden	Abnahme von Trockensubstanz in %
32	28°C	7 St. 50 Min.	22°C	18—00	0,28
32	28°C	7 " 50 "	22°C	36—00	0,85
32	28°C	7 " 50 "	22°C	54—00	1,27
32	28°C	7 " 50 "	22°C	72—00	1,96
35	26°C	8 St. 45 Min.	22°C	18—00	0,47
35	26°C	8 " 45 "	22°C	60—00	1,96
35	26°C	8 " 45 "	22°C	90—00	3,02
38	27°C	8 St. 30 Min.	21°C	20—00	0,58
38	27°C	8 " 30 "	21°C	60—00	1,15
38	27°C	8 " 30 "	21°C	84—00	1,54

In den Samen, die bei niederer Temperatur keimen, erreicht der Verlust der Trockensubstanz bis 1,81% (Tab. 29); um das anfängliche Stadium der Entwicklung der Keimlinge zur Hand zu haben, mußte man die Samen in drei Zeiten analysieren (durch 4, 7 und 12 Tage). Die Samen, die bei 18° C keimten, verloren fast dreimal weniger Trockensubstanz. Bei diesen Versuchen wurden die Samen 8 Stunden 45 Minuten bei 26° C eingequellt.

Tabelle 29.

Temperatur der Keimung	Verlust von Trockensubstanz in %
9° C	1,81
18° C	0,51
27° C	1,97

Bei niederen Temperaturen atmen die Samen ziemlich energisch und sie entwickeln sich weiterhin normal. Analoge Prozesse werden in dem Falle beobachtet, daß die Samen angequellt und gekeimt werden und zwar bei einer und derselben Temperatur — 9° C und 27° C (Tab. 30).

Tabelle 30.

Dauer der Einquellung	Keimung	Temperatur der Einquellung und Keimung	Verlust an Trockensubstanz in %
30 St.	12 Tage	9° C	5,66
15,5 St.	30 Stunden	18° C	0,89
8 St. 45 Min.	16 „	27° C	5,14

Bei dem Studium der Frage, wieviel Verlust an Trockensubstanz entsteht wenn die Samen bei verschiedenen Temperaturen eingequellt und bei einer und derselben Temperatur von 24° C gekeimt werden, gelangten wir zu folgenden Resultaten (Tab. 31).

Tabelle 31.

Dauer der Einquellung	Temperatur der Einquellung	Dauer der Keimung	Verlust an Trockensubstanz in %
30 St.	9° C	63 Stunden	4,69
15 St. 15 Min.	18° C	23 „	1,42
6 „ 45 „	27° C	23 „	1,22

Zur Veranschaulichung des vorstehenden führen wir die Ergebnisse der angestellten Versuche in Tab. 32 an:

Tabelle 32.

Temperatur		Verlust von Trockensubstanz in %
der Einquellung (in °C)	der Keimung (in °C)	
9	9	5,66
9	24	4,69
18	18	0,89
18	24	1,42
27	27	5,14
27	24	1,22

Hieraus folgt, daß es bei der Bestimmung des M besser ist, die Samen bei mittleren günstigsten Temperaturen einzuquellen um zu keimen. Dies gibt die Möglichkeit, großen Verlusten an Trockensubstanz vorzubeugen, und somit mögliche Fehler bei den Ergebnissen der Bestimmung des M zu verringern, die von den ziemlich großen Schwankungen der Trockensubstanz der Samen bei verschiedenen Bedingungen von Einquellung und Keimung abhängen.

9. Neubildung von Wasser in keimenden Samen.

Das Ansammeln von H_2O wurde einerseits durch das Verbrennen der Trockensubstanz (Prozeß des Atmens) bedingt, andererseits wurde H_2O von den Samen aus der umgebenden Mitte (Feuchtkammer) eingesaugt.

Tabelle 33.

Versuchs- nummer	Dauer der Keimung in Stunden	Erhöhung von Feuchtigkeit in den Samen (in % zu der Trockensubstanz)		
		Gesamt- summe	Als Resultat der Verbrennung der Trockensubstanz	Aus der umgebenden Mitte
32	18	0,47	0,16	0,31
32	36	0,36	0,50	0,14
32	54	3,82	0,73	3,09
32	72	2,31	1,18	1,13
35	18	0,22	0,11	0,11
35	60	1,42	0,35	1,07
35	90	4,09	0,59	3,50
38	20	1,21	0,36	0,85
38	60	1,59	0,71	0,88
38	84	1,56	0,97	2,15

Das Quantum des Wassers, das sich in den Samen infolge Verbrennung der Trockensubstanz neubildete, stand in direkter Abhängigkeit zu der Dauer der Einquellung und Keimung. Der Zugang von Wasser aus der Umgebung geht nicht so gesetzmäßig vor sich (Versuche 38, 40, und 11a, Tab. 33 und 34).

Tabelle 34.

Versuchsnummer	Dauer der Quellung (in Stunden)	Erhöhung der Feuchtigkeit in den Samen (in % zu dem Trockengewichtsmuster)		
		Gesamtsumme	Resultat der Verbrennung der Trockensubstanz	Aus der Umgebung
11 a	7,00	2,49	0,49	2,30
11 a	8,00	0,77	0,33	0,44
11 a	9,00	1,34	0,67	0,67
28 a	7,30	0,67	0,37	0,20
28 a	8,30	0,40	0,44	0,22
40 a	8,15	0,23	0,62	0,39
40 a	9,00	0,46	0,82	0,36

10. Durchschnittsfehler des Versuches.

Bei allen Versuchen gaben wir das M als Durchschnitt von drei Wiederholungen an. Anfänglich war der Durchschnittsfehler bei der Arbeit zu hoch, da er sich sogar auf 8,39% — 1,40% belief (Tab. 4) — 1,77 (Tab. 8).

Bei den Versuchen 10c und 11a (die Arbeit wurde mit zwei Wiederholungen durchgeführt) hatten wir immer noch einen Versuchsfehler von über 1,00% (siehe Tab. 35) zu verzeichnen.

Tabelle 35.

Versuchsnummer	M	Durchschnittsfehler des Versuches
10 c	91,94	1,30
10 c	98,18	1,32
11 a	94,21	1,01
11 a	93,72	1,51
11 a	95,36	1,13
11 a	112,55	1,17

Durchschnitt 1,27

Als Resultate einer ganzen Reihe von methodischen Verbesserungen die oben dargestellt, gelang es uns den Durchschnittsfehler allmählich bis auf 0,62% zu vermindern.

Tabelle 36.

Ver- suchs- Nr.	M	Durch- schnitts- fehler des Ver- suches	Ver- suchs- Nr.	M	Durch- schnitts- fehler des Ver- suches	Ver- suchs- Nr.	M	Durch- schnitts- fehler des Ver- suches
11 b	106,24	0,76	17	93,33	0,68	34	111,70	0,33
11 b	110,03	0,87	17	95,96	0,44	34	101,34	0,45
11 b	118,63	0,66	17	96,23	0,33	34	103,17	0,70
18	84,74	0,16	11	88,16	0,49	34	109,96	0,95
18	95,38	0,79	11	95,31	0,66	34	104,22	0,99
18	99,40	0,83	11	90,26	0,90	34	102,82	0,26
18	93,95	0,44	11	103,99	0,58	34	112,33	0,69
18	97,04	0,37	11	86,45	0,67	34	102,51	0,72
19	92,19	0,55	11	96,29	0,95	34	100,64	0,67
20	90,19	0,63	11	111,96	0,41	36	93,96	0,35
28 a	89,72	0,74	18	115,34	0,78	36	96,20	0,66
28 a	92,86	0,44	18	103,16	0,37	36	101,27	0,70
			18	93,34	0,85			
Durch- schnitt	—	—		—	—		—	0,62

In dieser Weise überschreitet der Durchschnittsfehler, der bei einem Minimum von 100% schwankt, nicht 1% der gemessenen Größe.

Zusammenfassung.

Die Bestimmung der minimalen Feuchtigkeit M, die für die Keimung der Samen notwendig ist, hat nicht nur ein theoretisches Interesse, sondern auch einen großen praktischen Wert.

Bisher hat man aber der Frage des Verfahrens zur Bestimmung des M eine sehr ungenügende Aufmerksamkeit geschenkt. Eine ganze Reihe von Faktoren, die bisweilen von entscheidender Bedeutung für die Bestimmung des M waren, sind in der fachmännischen Literatur nicht beleuchtet oder nur nebenbei berührt worden.

Die Aufgabe der gegenwärtigen Untersuchung besteht in einem Studium von nicht ganz aufgeklärten Fragen bei der Bestimmung

des M. Die durchgeführten Untersuchungen erlauben folgende Feststellungen:

1. Die Einführung einer Korrektur an der Extrahierung von trockenen Substanzen während der Quellung der Samen vor deren Keimung. Da erscheint es zweckmäßig, dieselbe nicht im Verhältnis zur Verminderung der trockenen Substanzen aufzuführen, sondern auf Grund des Restes in der Flüssigkeit, in der die Samen aufquellen.

2. Zwischen der Keimung der Samen und deren Extrahierung bei übrigens gleichen Bedingungen besteht ein umgekehrtes Verhältnis: je geringer die Keimung der Samen während der Quellung, desto größer das Quantum der ausscheidenden Trockensubstanz.

3. Ein Quantum von 10 g ist das geeignetste zur Bestimmung des M bei Samen von Rüben, Weizen, Kenaph usw.

4. Der Zahlenwert des M befindet sich in gerader (aber nicht linearer) Abhängigkeit vom Zustande der Keimung. Die letztere kann entweder durch die Dauer der Keimung (vor allen Berechnung der Temperaturbedingungen) oder die Länge der Keimlinge gekennzeichnet werden.

5. In der Regel zeichnen sich die am schnellsten keimenden Samen durch eine etwas geringere Größe M aus.

6. Die Temperatur der Quellung der Samen, die der Keimung vorangeht (gleiches Stadium der Entwicklung der Keimlinge, Temperatur der Keimung usw.) übt keinen besonderen Einfluß auf die Größe des M aus.

7. Bei Keimung der Samen bei niedriger Temperatur (9°C) ist ein größeres Quantum von Wasser notwendig, als dies bei höheren Temperaturen ($18\text{--}27^{\circ}\text{C}$) der Fall ist. Daher ist es, um die Verluste der Trockensubstanz während der Einquellung und Keimung der Samen zu verringern, zweckmäßig, die Versuche bei günstigsten Temperaturen der Keimung der Samen durchzuführen.

8. Das minimale Quantum von Wasser, das für die Keimung der Samen nötig ist, besteht aus flüssigem Wasser, welches durch die Samen absorbiert wird, Wasserdämpfen, die durch die Samen während der Keimung absorbiert werden und der Neubildung von Wasser bei Atmung der Samen, wobei das Quantum des letzteren in großem Maße von den Bedingungen der Keimung abhängt.

9. Dank der geänderten Arbeitsmethode ist es gelungen, der in den Arbeiten der vorhergehenden Verfasser und bei unseren ersten

Versuchen zwischen 1,4 und 8,4⁰/₀ schwankte, bis 0,62⁰/₀ zu verringern (bei der Zahlenbedeutung der bestimmenden Größen von 90—110).

Verzeichnis der Literatur.

1. Bogdanoff, „Potrebnostj prorastajuschich semjan w wodje.“ Kiew 1888. (Russisch.)
2. Bytschichina, „O sootnoschenii meshdu skorostju prorastania i wjelitschinoi serna u osimych i jarowych pschenitz“, 1924—25. Odessaer Samenkontroll-St. (Russisch.)
3. van Thieghem, Ph. und G. Bonnier, Der Naturforscher 1880. Nr. 44, herausgegeben von Dr. Wilhelm Sklarek: „Wirkung des Wassers auf Pflanzen während des Ruhezustandes.“ Wolnys Forschungen, IV, B. 1881: „Über die Wirkung des Wassers auf die Pflanzen im Ruhezustande.“
4. Haberlandt. S-Ch. rastjeniewodstwo I tschastj. Prorastanie semjan 1880. Perewod Kowalewskogo. (Russisch.)
5. Haberlandt, Fr., 1868, „Einfluß der Temperatur auf das Keimen.“ Jahresber. u. d. Fortschritte d. Agriculturch. v. R. Hoffmann, III, J. 1860—61.
6. —, „Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen.“ II. Bd., 1877.
7. —, „Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen.“ I. Bd., 1875.
8. Harz, „Landwirtschaftliche Samenkunde.“ 1885, I u. II.
9. Hoffmann, R., Hoffmans Jahresbericht, VII, J. 1864: „Das Leben der Pflanze.“
10. Dmitriewitz, N., „Quellungsversuche mit einigen Samenarten.“ Herausgegeben von F. Haberlandt, I. Bd. Wien 1875.
11. Dettmer, W., „Vergleichende Physiologie des Keimungsprozesses.“ 1880.
12. Knop, W., Lehmann, Dr. Sachse, Dr. Schreiber, Dr. W. Wolff, 1864, „Versuche über die Aufnahme der Mineralsalze durch Samen.“ Landw. Versuchs-St., VI. Bd.
13. K Woprosu o Kulturje Kenafa. Krestjanskaja S-Chos. Laboratoria pri gas. „Bednota“ isd-wo „Nowaja Derewnja“, 1928. (Russisch.)
14. Krasnosjelskaja-Maksimowa, „Sawisimostj bystroty nabuchania ot wjelitschiny serna u pschenitz.“ Trudy po prikladnoj botanike. Wyp., IV. 1925. (Russisch.)
15. Knauer, F., „Der Rübensamen.“ 1885.
16. Kamenski, K. W., „Opyt uwlashnenija sredy pri prorastanii semjan pschenitz.“ Sapisi po semenowjedeniju, T. IV, wyp. 5, 1523. (Russisch.)
17. Lebedjantzeff, A. N. i Zalygin, G. I., „K metodike opredelenia wlasnosti“, str. 63 i 67. Trudy Schatilowskoi selsko-chos. opytnoi st., 1916, Nr. 4. (Russisch.)
18. Ljaskowski, N., „Prorastanije tykwennych semjan w chimitscheskom otnoschenii.“ Moskwa 1874. (Russisch.)
19. Müntz, Ann. de Chem. et de Phys., 1871. Po ref. Ljaskowskogo „prorastanie tykw. sjemja w chim. otnosch“. Moskwa 1874, str. 40. (Russisch.)
20. Marek, G., „Das Saatgut und dessen Einfluß auf Menge und Güte der Ernte.“ 1875.
21. Michel, K., „Sitzungsberichte des bot. Vereins in München.“ P. Gabriel Strobbe, Flora 1882, Nr. 34.

22. Nobbe, Fr., „Handbuch der Samenkunde.“ 1876.
23. —, „Ein einfacher Apparat zur quantitativen Befeuchtung der Keimbetten bei Samenprüfungen.“ L. V. S., Bd. 55, 1901. — Po ref. Kamenskogo, K. W., Opyt uwlashnenia sredy pri prorastanii sjemjan pschenitzj. Sapiski po semenowjedeniju, T. IV, wyp. 5, 1923. (Russisch.)
24. Saussure, „Recherches Chimiques sur la vegetation.“ Paris 1804. — Po ref. Ljaskowskogo „Prorastanie tykwennych semjan w chim. odnoschenii“. Moskwa 1874. (Russisch.)
25. Sachse, Robert, „Über einige chemische Vorgänge bei der Keimung von *Pisum Sativum*.“ — Po ref. Ljaskowskogo „Prorastanie tykwennych sjemjan w chim. odnoschenii“. Moskwa 1874. (Russisch.)
26. Schübler, „Untersuchungen über das spezifische Gewicht der Samen.“ Tübingen 1826.
27. Schleiden, „Grundsätze der wissenschaftlichen Botanik“, II. Bd., 1833.
28. Schleiden und Schmied, „Encyclopedie der Naturwissenschaften“, 1858, III. Bd. — Po ref. Bogdanowa „Potrebnostj prorstajuschich sjemjan w wodje“, 1888. (Russisch.)
29. Schindler, Fr., „Untersuchungen über den Quellungsprozeß des Samens von *Pisum Sativum*.“ Wollnys Forschungen, IV. Bd., 1881.
30. Oudemans, Rauvenoff, Linneae, Po ref. Ljaskowskogo „Prorastanije tykwennych sjemjan w chim. odnoschenii“. Moskwa 1874. (Russisch.)
31. Tschaplewitz, „Wassergehalt und Quellungswasser einiger Samen.“ Landw. Vers.-St., XIX, Bd. VI, 1876.

Kleine Mitteilungen.

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis der Degeneration.

In der Frage der Degeneration von Kulturpflanzen stehen in der Hauptsache zwei verschiedene Meinungen einander gegenüber, von denen die eine ein natürliches und unvermeidliches Altern der Sorten von ungeschlechtlich vermehrten Pflanzen behauptet, während die andere die beobachteten Erscheinungen mit Einflüssen des Standortes, besonders von Klima und Boden zu erklären sucht. Da die sogenannte Alterstheorie immer wieder, besonders unter den Praktikern, Vertreter findet, erscheint es gerechtfertigt, den derzeitigen Stand der Frage kurz zusammenzufassen¹⁾.

Wenn das Wort Degeneration richtig übersetzt und als Entartung verstanden wird, so dürfen damit nur wirkliche und erbliche Änderungen des Artcharakters bezeichnet werden, wie sie durch Bastardierung infolge von Fremdbestäubung, durch Aufspaltung nach Bastardierung, durch Inzucht oder durch Mutationen zustande kommen können. Solche Fälle sind aber selten und spielen praktisch keine Rolle.

¹⁾ Nach einem gleichzeitig erscheinenden Aufsatz im Tropenpflanzer, 1931, über „Degeneration bei Kulturpflanzen und die Frage ihres Vorkommens bei Sisal.“

Das Altern ungeschlechtlich vermehrter Sorten kann demnach keine eigentliche Entartung sein. Es wird vom Altern und natürlichen Absterben der Einzelpflanze abgeleitet und man nimmt dabei an, daß eine Sorte, die nur durch Ableger, Schößlinge Ppropfreier usw. vermehrt wird, sich wie eine Einzelpflanze verhalten und wie diese altern soll, da die „Verjüngung“ durch geschlechtliche Fortpflanzung hier wegfällt. Natürlich ist diese Anschauung hauptsächlich bei Bäumen entwickelt worden, die an sich ein hohes Alter erreichen, und so hat sie z. B. vor 40 Jahren bei dem damals verbreiteten Absterben der Pyramidenpappeln viele Anhänger gefunden, wie sie auch Obstsorten gegenüber immer wieder geltend gemacht wird. Man hat sie aber auch auf das Hauptbeispiel der Degeneration, die Kartoffelsorten angewandt, ohne zu bedenken, daß die Kartoffelpflanze nur einen Sommer alt wird und daß eine solche Degeneration als spätestens in ganz wenigen Generationen bzw. Jahren zum Aussterben führen müßte, wenn dies bei Bäumen schon in einer Generation der Fall wäre.

Es würde zu weit führen, hier die Fälle zu erörtern, in denen man diese Altersdegeneration als Ursache des Sortenrückganges angesehen hat. Es braucht demgegenüber nur daran erinnert zu werden, daß ungeschlechtliche Vermehrung eine ganz bekannte Erscheinung im Pflanzenreich ist, und da, wo sie natürlicherweise vorkommt, die Erhaltung von Arten und Sorten ebenso gewährleistet, wie die geschlechtliche Fortpflanzung. Von den vielen Beispielen sei hier nur dasjenige der Banane angeführt, einer sicherlich sehr alten und in vielen Sorten weitverbreiteten Kulturpflanze.

Praktisch bleibt daher als Ursache der sogenannten Degeneration, die in der üblichen Anwendung des Ausdrucks auch nur ein Werturteil darstellt, nur die Veränderung des äußeren Charakters der Pflanzen übrig, die unter dem Einfluß von Klima und Boden eintreten kann und die ich als ökologischen Abbau bezeichnet habe. Dieser Abbau wird tatsächlich fast nur bei ungeschlechtlich vermehrten Sorten bemerkt, weil hier die Wirkung äußerer Einflüsse auf die Tochtergeneration übertragen, d. h. mitgenommen wird und sich dadurch summieren kann. Er ist am bekanntesten und fast ausschließlich studiert bei der Kartoffel, und hier ist auch in den letzten Jahren eine weitgehende Klärung der ganzen Frage erfolgt. Die Kartoffel ist eine Kulturpflanze, die von ihrer Heimat her ganz bestimmte Ansprüche an Klima und Boden mitgebracht hat — die Ansprüche an Feuchtigkeit wechseln sogar innerhalb der verschiedenen Perioden der Wachstumszeit — und die besonders leicht auf ungünstige Einflüsse reagiert. Es kommen hier, oft erst nach einer längeren Reihe von Jahren, wenn die äußeren Bedingungen ungünstig werden, bisher unbekannte Konstitutionschwächen zum Vorschein. Die entstandenen Veränderungen, die Abbauerscheinungen, sind aber nicht erblich, sie verschwinden bei den Sorten wieder, wenn die Umweltsbedingungen besser oder wenn die Sorten wieder an ihren ursprünglichen, ihren Ansprüchen zusagenden Standort zurückgebracht werden. Diese Verhältnisse sind jüngst von Merckenschlager an der Geschichte der Kartoffelsorte *Magnum bonum*, einem Schulbeispiel des Abbaues, eingehend und anschaulich dargestellt worden (Arb. der Biolog. Reichsanstalt, Band 18, Heft 4). Der Abbau ist also reversibel, die Degeneration ist es nicht.

Aus dem Gesagten erhellt, daß zwischen Abbau und Krankheiten scharf unterschieden werden muß. Wohl bringt der Abbau

durch Schwächung der Pflanze eine Anfälligkeit für manche Krankheiten mit sich; man darf aber nicht ein besonderes Auftreten irgendeiner Krankheit, auch wenn sie stark durch die Witterung oder andere Standortsfaktoren bedingt ist, ohne weiteres als Abbaufolge ansehen. In der Tat ist in den meisten Fällen, die man zuerst als Degeneration bezeichnet hat, ein vermehrtes Auftreten von Krankheiten, sei es infolge ungünstiger Witterung oder von mangelnder Pflege oder falschen Kulturmethoden, die Ursache gewesen. Die Sorten erholten sich aber am gleichen Standort nach dem Aufhören dieser Ursachen. Anderseits gibt es gerade bei der Kartoffel und auch bei Obstsorten eine Verbindung von Abbau und Krankheiten und diese können das wichtigste äußere Anzeichen vom Abbau sein, wenn z. B. die Widerstandsfähigkeit gegen Frost, Trockenheit usw. in ungünstigen Lagen allmählich und zunehmend nachläßt.

Liegt wirklich ein ökologischer Abbau vor, so kann man natürlich durch Züchtung dagegen vorzugehen versuchen. Voraussetzung dafür ist die genaue Feststellung der Abbaursachen, ob sie z. B. in bestimmten Böden oder Witterungsverhältnissen oder in einer Kombination beider liegen. Dann erst können widerstandsfähige Pflanzen oder Sorten ausgelesen und besonders vermehrt werden. Der sicherste Beweis für den Abbau einer Sorte — es handelt sich bei den bisher bekannten Fällen des Abbaues immer um Versagen einzelner Sorten gegenüber anderen, gut gedeihenden, nicht um Versagen einer ganzen Art, das man nicht als Abbau, sondern einfach als Ungeeignetsein oder mangelnde Anpassungsfähigkeit bezeichnet — der sicherste Beweis wird immer durch Neueinführung aus dem Ursprungsland erbracht werden. Die Sorte muß dann wieder den gleichen Ablauf des Geschehens zeigen, erst eine gute oder gar eine erhöhte Leistungsfähigkeit und dann den Rückgang.

H. Morstatt, Berlin-Dahlem.

Die Kleinlichtbildkunst im Dienste der Erforschung der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenzucht.

(Bericht aus dem Tabakforschungsinstitut für das Deutsche Reich in Forchheim bei Karlsruhe, Baden).

Von Dr. Ludwig Rave.

Die folgenden Ausführungen mögen dazu dienen, die in Band XII, 1930, Heft 5 dieser Zeitschrift auf Seite 348 geschilderten neuen Herstellungsverfahren von Pflanzenpräparaten zu ergänzen und zu erweitern.

Die dort neben anderem Material erwähnten „Zuchturkunden auf photographischem Wege“ erzielten wir mit der „Leica“, die wir für unsere Zwecke bevorzugten, weil diese Kleinkamera eine billige und schnelle Wiedergabe von beliebig großen Bildreihen erlaubt.

Im Laufe einer Aufnahmetätigkeit, die bisher etwa 40000 Bilder ergeben hat, paßten wir die Leicatechnik weitgehend den Belangen der einzelnen Forschungsgebiete an und bauten sie entsprechend aus.

So verlegten wir die Abbildung von einzelnen Pflanzenteilen, soweit sie eine Trennung vom Standort vertrugen, in den Dunkelraum. Dort waren durch die starre Verbindung von Lampengerät und Filmkamera, wie sie die Leicaeinrichtung bietet, die besten Vorbedingungen für gleiche Belichtung und Größenverhältnisse gegeben. Um auch größte Blätter bis zum Format 50×70 cm wiedergeben zu können.

verfertigten wir uns ein entsprechend großes Grundbrett, auf welches das erwähnte Reproduktionsgerät aufmontiert wurde.

Die Benutzung dieser Einrichtung war noch bis vor wenigen Monaten an die ausschließliche Verwendung von Vorsatzlinsen (1—3. gebunden. Diese kann man heute bis zu einem gewissen Grade durch das neue Weitwinkelobjektiv 1 : 3.5 $F = 35$ mm ersetzen. Für dieses Objektiv, das wir in bezug auf Plastik der Wiedergabe und Durchzeichnung des Bildes der Vorsatzlinse 1 vorziehen möchten, schafften wir durch entsprechende Versuchsaufnahmen an Stelle des noch nicht gelieferten Suchers die erforderlichen Aufzeichnungen über die Bildgrößen bei den verschiedenen Naheinstellungen. Hierbei fanden auch die für unsere Zwecke notwendigen Zwischenwerte zwischen 50 und 75 cm Berücksichtigung, die wir auf dem Einstellring einritzten.

Während so Vorsatzlinsen und Weitwinkelobjektiv für ausreichende Bildschärfe bis zur Vergrößerungsmöglichkeit 1 : 1 sorgten, brachte das Lampengerät die Voraussetzungen für eine tongerechte Wiedergabe der Helligkeitswerte mit.

Letzterer schenken wir stärkere Beachtung, da die Darstellung derartiger Helligkeitsunterschiede als Sortenmerkmal in der Züchtung und in Form von krankhaften Verfärbungen von Blättern in der Pathologie eine Rolle spielt.

Zu diesem Zweck verwendeten wir bei Serienaufnahmen von Blättern (auch Frostblättern usw.), Blüten, Blütenständen, Kapseln u. a. als Negativ ausschließlich den genügend feinkörnigen Perutz-Fliegerfilm (16—17° Scheiner). Wirklich gleiche Belichtungszeiten erhielten wir, indem wir besonders stark abblendeten, um in ganzen Sekunden auszählen zu können.

Als bestgeeigneter Entwickler für diese Art Aufnahmen erwies sich der Perutz-Feinkorn-Ausgleichsentwickler in Trockenpackung, wenn man genau nach Gebrauchsanweisung handelte.

Dieselben Gesichtspunkte, gleiche Belichtungszeit, gleiche Blende, gleiches Entwicklermaterial, von gleicher Temperatur wahrten wir bei der Rückvergrößerung der 24×36 mm Filmbildchen auf Bromsilberpapier, wobei — wir auch heute noch — dem Kodak „Kontrast“ (glänzend) für vorliegende Zwecke den Vorzug geben.

Außer den richtigen Helligkeitswerten kam es aber auch auf die Festlegung des oder der Grundfarben der einzelnen Objekte an. Die Grünkolorierung von Blättern nach der Natur, wie wir sie bei Blatttypen anwandten, ließ sich nicht immer rechtzeitig durchführen, und so fanden wir ein Verfahren, mit dem man auf einfachste Weise fast naturgetreu „färben“ kann, und das gestattet, die gefundene Farbe etwa als einjähriges Sortenmerkmal in Form einer Kartothek abzulegen.

Wir benutzen statt des kartonstarken „Kontrast“ hierfür das pergamentartige „Kodesko“-Papier der gleichen Gesellschaft und schoben zwischen Abzug und Lichtquelle eine durchsichtige Farbfolie, die der natürlichen Farbe des Objektes entsprach. Das Ausschneiden solcher Folien macht auch bei Teilverfärbungen, wie sie bei der Darstellung von Blattkrankheiten vorkommen, an sich keine großen Schwierigkeiten und dürfte lediglich bei Wiedergabe von Blüten und Kapseln zeitraubend sein. Umständlicher ist die Beschaffung gleichmäßig durchsichtiger Seidenpapiere oder Stofffolien, die entsprechend der Nomen-

klatur von Rigdway oder Baumann in allen Übergangs- und Mischönen der Farben Grün, Rot und Braun vorhanden sein müßten.

Bei unseren Versuchen stellten wir fest, daß auch die Stärke der Lichtquelle, sowie ihr Abstand vom Objekt den Farbton mitbestimmt und schalteten infolgedessen das Tageslicht durch Benutzung des von uns gebauten Durchleuchtungsapparates. Dieselbe Einrichtung erleichterte auch wesentlich das Durchzeichnen der Folien, indem man hierzu erst den Abzug auf die von unten beleuchtete Glasplatte legt und darüber die Buntfolie, so daß sich die Umrisse sehr gut herausheben. Als Lichtquelle scheint sich eine vollmattierte Nitra 60 Watt-Lampe mit Reflektor bestens zu eignen. Unsere Versuche erstreckten sich bisher nur auf die teils mehrfarbige Darstellung von Blättern und Blüten und berechtigen zu der Hoffnung, daß sich die Anwendung unseres Verfahrens auf zahlreiche andere Objekte erweitern läßt.

Als Durchschnittsgröße verwendeten wir bei der Wiedergabe von Blättern fast durchweg Format 18×24 cm, da hier die einzelnen Leistungseigenschaften wie Form, Welligkeit, Nervatur am besten zum Ausdruck kamen.

Die Dauer der Herstellung eines einzigen Abzuges dieser Größe bei serienmäßiger Arbeit beträgt einschließlich Negativentwicklung etwa 1 Minute.

Derselbe Abzug kostet bei 1 Pfennig Abschreibung (gerechnet bei 100000 Aufnahmen und 1000 RM. Gesamteinrichtungskosten) 16,6 Pfg. Papierkosten, 7 Pfg. Unkosten für Film, Entwickler und Fixiermaterial, zusammen etwa 25 Pfennig.

Bei Anwendung des obigen Farbverfahrens kommen noch 5 Pfg. für Mehraufwand an Entwickler und Fixiermaterial hinzu, weil das „Kodesko“-Papier stets frische Lösung verlangt, so daß sich ein einfarbiges Blattbild einschließlich Unkosten für Folien und Mehrarbeit auf etwa 35 Pfg. stellen würde. Bei dem nächst kleineren Format von 13×18 cm sinkt dieser Preis schon bis auf 20 Pfg., während die „Kontrast“-Abzüge in Negativgröße, wie wir sie bei unseren Übersichten über die Zuchtbuchleistungen benützen, für den geringen Betrag von 5 Pfg. herzustellen sind.

Da, wo die Anwendung der Vorsatzlinsen oder des Weitwinkelobjektives bei Nahaufnahmen auch im Freien erwünscht ist, wird seine Handhabung durch die scharfe Begrenzung des Bildfeldes erschwert. Das Suchen der Bildmitte kann man sich durch Verwendung eines Statives mit Kugelgelenkknopf, durch Anlegen eines starren Zollstockes an die obere und untere Seite der Kamera über der Mitte des Objektives erleichtern. Bei zweifelhafter Kontrastwirkung helfen wir uns durch Aufstellung eines entsprechend gefärbten Hintergrundes und bei zweifelhafter Belichtung machen zwei oder drei Belichtungsufnahmen mit verschiedener Zeit keine erheblichen Mehrkosten, da ein 10 m Fliegerfilm zu 7,50 RM. für etwa 300 Einzelbilder Platz hat.

Endlich wäre in diesem Zusammenhange wohl auch das neue Objektiv der Leica 1 : 4,5, $F = 135$ mm zu erwähnen, mit dem man entfernt liegende Objekte, an die man mit den anderen Objektiven nicht nahe genug herankommen kann oder will, auf nächste Entfernung herbeiholen kann.

Wenn es auch nicht möglich ist, alle erforderlichen technischen Fragen, die sich auf unseren Gegenstand beziehen, erschöpfend zu behandeln, so möchten doch wenigstens diese kurzen Ausführungen wichtige Anhaltspunkte geben, wie man einen Kleinapparat, wie z. B. die Leica, zu einem brauchbaren Hilfsmittel für die genannten wissenschaftlichen Zwecke ausbauen kann.

Besprechungen aus der Literatur.

Arbeiten zur biologischen Grundlegung der Soziologie. Forschungen zur Völkerpsychologie und Soziologie, herausgegeben von R. Thurnwald, Prof. an der Univ. Berlin, Bd. X, 1 u. 2. Verlag von C. L. Hirschfeld, Leipzig 1931. Preis 28.50.

Die Zeitschrift „Forschungen zur Völkerpsychologie und Soziologie“ hat in ihrem zehnten Band eine Anzahl von „Arbeiten zur biologischen Grundlegung der Soziologie“ vereinigt und dabei zum erstenmal Abhandlungen botanischen Inhaltes übernommen. Es wäre sehr schade, wenn der 50 Seiten lange Beitrag von Walter Zimmermann-Tübingen „Pflanzensoziologie“ an der für Botaniker versteckten Stelle der Betrachtung entzogen bliebe. Wenn auch keine neuen Einzelheiten gebracht werden, so ist doch die Art, wie die Aufgabe angefaßt ist, lehrreich und anziehend. Raymund Rapaics-Budapest gibt im selben Heft einen „Versuch einer Gesellschaftslehre der Pflanzen“ und Paul Krische-Berlin liefert einige beachtliche „Beiträge zur Soziologie der Pflanzen“.

F. Merckenschlager, Berlin-Dahlem.

Kiesel, A. Chemie des Protoplasmas. Protoplasmamonographien, Bd. IV, 302 Seiten, geb. 20. —. Berlin 1930. Verlag von Gebr. Borntraeger.

Soviel Forscher, soviel Meinungen. Dieser Ausspruch läßt sich heute noch auf das Gebiet der Protoplasmaforschung anwenden. Verf. hat jedoch die Fülle des Tatsachenmaterials soweit es möglich ist, in übersichtlicher Weise nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet. Die Schwierigkeiten, die sich dem Plasmaforscher entgegenstellen, sind noch immer sehr groß. Die Grundbedingung, die chemischen Eigenschaften des lebenden Plasmas zu erfassen, ist praktisch nur in sehr beschränktem Maße möglich, denn jede Vital-Reaktion im chemischen Sinne steht letzten Endes einer postmortalen nahe. Dazu kommen erschwerend unsere teilweise noch stark lückenhaften chemischen Kenntnisse auf dem Gebiete der hochmolekularen Eiweißsubstanzen und ferner die Resistenzunterschiede der verschiedenen Körper gegen die chemische Reaktion. Rege Zusammenarbeit sämtlicher einschlägigen Wissenschaften dürfte auf dem Gebiet der Plasmaforschung einen gewissen Erfolg sichern.

Morphologisch und physiologisch stellt das Protoplasma ein spezifisches Ganzes dar. Chemisch betrachtet ist es ein schwer zu trennendes Gemisch von äußerst kompliziert gebauten Kolloiden. Es bietet sich

durch Erzeugung künstlicher Kolloid- und Kristallgemische vielleicht ein Weg zur weiteren Klärung des Protoplasmaproblems. Als Lebens-träger werden im Protoplasma kleinste Teilchen des Hyaloplasmas, die sog. Vitüle angenommen, deren Gewicht auf $6.75 \cdot 10^{-15}$ mg geschätzt wird. Über die Struktur des Protoplasmas herrschen verschiedene Ansichten (chemische, physikalische, Ultra-, unsichtbare Wabenstruktur, Emulsion oder Spumoid) ebenso über seine Homogenität. Färbemethoden können nur sehr bedingt Anwendung finden, da ihr Ausfall von den verschiedensten Faktoren, wie Änderung der Ladung, Verdrängung von Salzbestandteilen, Lipoidlöslichkeit und pH-Verhältnissen abhängig ist. Die alkalische Reaktion des Protoplasmas läßt sich am besten durch Mikroinjektionen nachweisen, und zwar steht die Protoplasmareaktion in engem Zusammenhang mit dem isoelektrischen Punkte der Protoplasma-Kolloide. Die Lipoidstoffe des Zytoplasmas werden eingehend besprochen. Die höchst organisiertesten Zellen enthalten die größte Menge an Lipoidstoffen. Die Plasmahaut ist eine Niederschlagsmembran, eine gallertartige Pellicula oder physikalischen Ursprungs. Sie entsteht wahrscheinlich durch Anhäufung von Substanzen, die die Oberflächenspannung erniedrigen. Weiter folgen Kapitel über Chondriomen, Chondriosomen über den Golgischen Binnenapparat, über die Eiweißkörper des Zytoplasmas und über die reale Existenz des Plastins.

Ein Oxydationszentrum stellt der Zellkern dar und erzeugt die für die Lebensvorgänge nötigen Fermente. Er steht in enger Beziehung zum Zytoplasma, dessen Material jedoch labiler als das des Zellkerns ist. Ob jede Zelle einen Zellkern haben muß, bleibt ungeklärt. Bei der Teilung ändert sich der chemisch-physikalische Zustand des Zellkerns. Die Sonderung der Substanzen bei der Mitose dürfte abgesehen von anderen komplizierten Vorgängen im wesentlichen ein Entmischungsprozeß sein. Die Existenz einer Kernmembran ist nicht erwiesen. Die Nukleolen dürften ebenfalls durch Entmischungsprozesse entstehen und sind wahrscheinlich beim Vererbungsprozeß direkt mitbeteiligt. Es führt zu weit, auch auf die geschilderten chemischen Bestandteile und Vorgänge im Zellkern, sowie auf die Nukleal- und Nukleasereaktion einzugehen. Das Buch schließt mit einer Beschreibung des Protoplasmas der Myxomyceten-Plasmodien und ihrer Eignung als Material für die Protoplasmaforschung.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Reiter, Curt. Einjahrsblumen, die Beachtung verdienen. Heft 32 der Gärtnerischen Lehrhefte. 86 Seiten mit 37 Textabbildungen. Verlag P. Parey, Berlin. Preis 2.80 M.

Die Einjahrsblumen sind nicht nur für den Berufsgärtner von Bedeutung, sondern auch für den Gartenliebhaber. Das Heftchen macht in angenehmer Weise mit den wichtigsten Einjahrsblumen bekannt und gibt Auskunft über ihre Behandlung. Nach einer allgemeinen Einleitung über die vielseitige Verwendung der Einjahrsblumen und über Anzucht und Pflege bringt Verf. tabellarische Übersichten nach Aussaat, Standort, Blütezeit, besonderen Eigenschaften und Blüteneigenschaften. Der Hauptteil, der mit hübschen Bildern geschmückt ist, wird von den Einzelbeschreibungen der Gattungen, Arten und Sorten eingenommen. Ein Führer in die Welt der Einjahrsblumen, der manchem Gartenliebhaber Freude machen wird.

Snell.

Rensch, Bernhard. Eine biologische Reise nach den kleinen Sunda-Inseln. Mit Beiträgen von G. Heberer und W. Lehmann. 236 Seiten, 33 Tafeln, 1 Karte und 4 Textabbildungen. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin 1930, Preis geb. 14 RM.

Die kleinen Sunda-Inseln, die sich östlich von Java erstrecken und die Inseln Bali, Lombok, Sumbawa, Sumba und Flores umfassen, sind von europäischer Kultur noch wenig berührt. Es war daher von großem biologischem Interesse nicht nur die Tiere und Pflanzen, sondern auch die Menschen und ihre ursprünglichen Sitten und Gebräuche auf diesen Inseln kennenzulernen. Verf. hatte sich zum Ziele gesetzt, die komplizierten und umstrittenen tiergeographischen Verhältnisse dieses biologisch noch so ungenügend bekannten Gebietes zu klären. Heberer und Lehmann befaßten sich mit anthropologischen Arbeiten. Frau Rensch beobachtete und sammelte Pflanzen und Mertens studierte die Reptilien und Amphibienfauna dieser Gebiete. Das Buch ist für den Naturwissenschaftler von besonderem Reiz, läßt es ihn doch diese eigenartige Tropenreise mit ihren ungewöhnlichen Eindrücken miterleben und macht es ihn bekannt mit Problemen aus der Tier- und Pflanzenwelt, die geeignet sind, seinen Gesichtskreis zu erweitern. Die zahlreichen Abbildungen machen das Buch sehr anschaulich und lassen auch den floristischen Charakter des Landes erkennen. Man findet nicht nur eine rein tropische Flora, sondern auch in den höheren Gebirgsgegenden über 2000 m eine ganz paläarktisch anmutende Pflanzenwelt mit Rhododendron- und Immortellenbüschen, mit Adlern und Glockenblumen.

K. Snell.

Sosnin, A. Die Rassenzusammensetzung der Tabaksorten auf der Halbinsel Krim. Journal der Verwaltung des Botanischen Gartens in Nikita, Yalta. Krim. Vol. X, Nr. 3, 1930, S. 79—106.

Die ursprünglich mazedonische Zigarettensorte „Dübek“, die übrigens auch auf dem Versuchsfeld des Tabak Forschungsinstituts für das Deutsche Reich in Forchheim bei Karlsruhe gut gedeiht, hat sich als beste Zigarettentabaksorte der Halbinsel Krim erwiesen. Durch eingehende Untersuchungen der Zuchtstelle des Botanischen Gartens Nikitsky (Krim) wurden acht verschiedene Stämme der Sorte „Dübek“ isoliert, die sich durch Blattform, Blattansatz, Verhältnis von Blattlänge zu Breite und von Blattgewicht zu Blattfläche, Rippenanteil, Behaarung und Verschiedenheit der Spaltöffnungen unterscheiden. An den einzelnen Formen scheinen *Nicotiana glauca*, *Macrophylla* und *Brasiliensis* teilzuhaben. Das Ergebnis der Untersuchungen ist für deutsche Verhältnisse nicht überraschend, da auch bei uns in Deutschland unzählige Typen, bezw. Formen der einzelnen Sorten verschiedener Herkunft hergestellt werden können. Jede Tabakbaugemeinde weist auch bei uns ihr Gemisch von Sondertypen auf.

P. Koenig, Forchheim.

Thellung, A. Die Entstehung der Kulturpflanzen. Naturwissenschaft und Landwirtschaft, Heft 16 (herausgegeben von Boas, Neuberger und Rippel). Datterer, München 1930. Preis 5 RM.

Der vor zwei Jahren leider zu früh verstorbene Verfasser bringt in dem vorliegenden Werkchen den Niederschlag einer Vorlesung, die er Jahre hindurch an der Universität Zürich über die Entstehung

unserer Kulturpflanzen abgehalten hat. Er greift dieses an interessanten Einzelfragen so reiche Problem in der Weise an, daß er zunächst untersucht, in welchen Eigenschaften sich die Kulturpflanzen von ihren Stammformen unterscheiden, und dann sich die Frage vorlegt, wie die Abwandlung der Wildpflanze zur Kulturform zustande gekommen sein könnte

Der Arbeit wird eine Aufteilung unserer Kulturpflanzen in drei Gruppen vorangestellt:

1. Kulturpflanzen, die mit wildlebenden Formen vollkommen identisch sind oder sich höchstens in unwesentlichen Merkmalen von ihren Stammformen unterscheiden (Spargel, Hopfen, Sellerie u. a. m.),
2. Kulturpflanzen, die von ihren Wildformen deutlich verschieden sind (Emmer, Flachs, Saaterbse u. a. m.) und
3. solche, von denen eine wildlebende Stammform unbekannt ist (Hart- und Weichweizen, Mais u. a. m.).

Bei der Behandlung der Eigenschaften, in denen sich Wild- und Kulturformen voneinander unterscheiden, wird den morphologischen Charakteren ein verhältnismäßig breiter Raum eingeräumt. Doch werden auch Änderungen im Vegetationsrhythmus und andere „mehr physiologische“ Differenzen in den Kreis der Betrachtungen einbezogen. Besonders hervorgehoben zu werden verdient die Erscheinung, daß bei vielen Formen (z. B. Getreidearten) „unter dem Einfluß des Kulturbetriebes die Einjährigkeit immer ausgesprochener wird“.

Anschließend an diese Betrachtungen werden die Ursachen erörtert, die zu der Abwandlung einer Wild- zu einer Kulturform geführt haben. Verf. bekennt sich hierbei als Anhänger des Darwinismus in seiner von Kerner und Lotsy modifizierten Form und als Gegner des Neolamarckismus. Schrittweise, durch innere Ursachen induzierte richtungslose Mutationen boten die Angriffsfläche für die selektive Wirkung der Milieufaktoren. Vor allem seien durch bewußte und unbewußte Selektion seitens des Menschen (auch des prähistorischen) die für die menschliche Nutzung geeignetesten Typen gefördert, diejenigen, die keinen Fortschritt oder gar einen Rückschritt in dieser Hinsicht darstellen, zurückgedrängt worden und infolgedessen allmählich wieder aus den Populationsgemischen verschwunden. Wertvoll ist der Hinweis auf die vielen Parallelen zwischen den Kulturpflanzen und den eng mit ihnen vergesellschafteten Unkräutern. Nach Verf. können die bei den Unkräutern festzustellenden Kulturpflanzeigenschaften nur dann verstanden werden, wenn man annimmt, daß die Unkräuter eine ähnliche selektive Beeinflussung wie die Kulturpflanzen erfahren haben. Thellung zieht diese Erscheinung zur Stützung seiner These heran, daß vor allem die unbewußt selektive Behandlung seitens des Menschen zu der Förderung der spezifischen Kulturpflanzenmerkmale geführt hat.

Verf. benutzt im Rahmen dieser Abhandlung die Gelegenheit, um eine Lanze für den Darwinismus zu brechen. Gewiß reizt es bei der Behandlung des Problems, dem das Büchlein gewidmet ist, eine Entscheidung für oder gegen Darwin herbeizuführen. Ref. glaubt jedoch, daß Verf. der Diskussion dieses hart umstrittenen Fragenkomplexes zu breiten Raum gewährt hat. Hierunter leidet stellenweise die Klarheit der Darstellung. Dies soll aber den Wert des Büchleins nicht herabsetzen. Es enthält eine Fülle von Anregungen und dürfte die Aufmerksamkeit auf ein Gebiet der angewandten botanischen Forschung lenken, das in letzter Zeit zu Unrecht wenig Beachtung gefunden hat. Darüber

hinaus muß auch bei der Lektüre der Schrift offenbar werden, welchen langen Weg die Entwicklung zurückzulegen hatte, um zu Kulturpflanzen wie dem Hart- oder Weichweizen oder dem Mais zu gelangen. Vergleichen wir die Leistungen des zumeist unbewußt züchtenden Primitivmenschen mit denen, die die mit dem Rüstzeug der Wissenschaft arbeitende Pflanzenzüchtung unserer heutigen Zeit aufzuweisen hat, so müssen wir, trotz der bedeutsamen Erfolge der letzten Dezennien, billigerweise dem Gefühl der Bescheidenheit Raum geben. Außerdem wird man erkennen, daß sich im Zuge der Entstehung der Kulturpflanzen ganz bestimmte „Entwicklungsrichtungen“ geltend gemacht haben (es sei nur an die Einjährigkeit unserer Halmfrüchte erinnert). Daher dürfte die vom Verf. gebotene Rückschau auf die Vergangenheit unserer Kulturpflanzen auch das Blickfeld des auf praktische Ziele eingestellten Pflanzenzüchters in wertvoller Weise erweitern.

K. O. Müller.

Zweigelt, F. Blattlausgallen. Histogenetische und biologische Studien an *Tetraneura*- und *Schizoneura*-Gallen. Die Blattlausgallen im Dienste prinzipieller Gallenforschung. (Monogr. angew. Entom. Nr. 11.) Berlin 1931, XXI, 648 S., 155 Abb., 5 Taf. Preis 52.— RM.

Den reichhaltigen Inhalt des Buches aufzuzählen, dessen Gliederung im Inhaltsverzeichnis 5 Seiten ausfüllt, ist hier nicht möglich. Aber eine Vorstellung davon kann durch Herausgreifen der wichtigsten behandelten Fragen und Schilderung ihrer Stellung im Rahmen des Ganzen vermittelt werden.

Ein erster, die größere Hälfte des Buches einnehmender allgemeiner Teil gibt die Befunde der anatomischen und experimentellen Untersuchungen wieder, während ein spezieller Teil ihrer begrifflichen Auswertung für die Klärung des Gallenproblems und mit ihm verbundener, auch weit darüber hinausgreifender Fragen der allgemeinen Biologie gewidmet ist.

Gegenstand der Untersuchung sind die von *Tetraneura ulmi* und *Schizoneura ulmi* an drei Formen von *Ulmus montana*, an *U. m. Dampieri* Wedd., *U. m. major atropurpurea* und *U. m. pendula* verursachten Gallen.

Diese Wahl der Objekte, Gallen zweier verschiedener Parasitenarten an drei nächstverwandten Pflanzen, bietet eine sonst nicht gegebene Möglichkeit vergleichender Untersuchung über Entstehung und Bau der Gallen, und zugleich experimenteller Übertragung der Gallenerreger auf ein fremdes Substrat, die der Verfasser als heterochthone Infektion der autochthonen als der normalen Besiedlung gleichartigen Substrates gegenüberstellt.

Schon aus der genauen Untersuchung der Entstehungsweise der Gallen und ihrer Anatomie im Vergleich mit der normalen Blattanatomie ergeben sich zahlreiche Beobachtungen von allgemeiner Bedeutung für die Gallenforschung als Problem der pathologischen Anatomie: ein Wechsel von Verlangsamung und Beschleunigung des Wachstums, neue Einzelheiten über Beziehungen zwischen Wachstum der Galle und des Erregers, Darlegung der Gallenanatomie als phyletisches Prinzip, aktive und passive Veränderungen der Gewebe, Nachweis spezieller Differenzen im biologischen Bau der Gallen als Merkmale der betreffenden Pflanzen, Umbauartigkeit eingetretener Veränderungen, Rückkehr zu normaler Entwicklung in der Deszendenz pathologischer Gewebe, die Öffnung

der Gallen als Ausgleichsprozeß, die Bildung von Mischgallen. Die phylogenetische Untersuchung lehrt, daß der Gallenreiz als Auslösungsreiz für ererbte Entwicklungspotenzen wirkt. Schon hier zeitigt die anatomische Untersuchung grundlegende Ergebnisse, die sich bis zu der Folgerung steigern, daß der Gallenreiz nichts prinzipiell neues schafft; als Paradoxon: es gibt kein absolutes Gallengewebe, als nachträgliche Selbstverständlichkeit: Entwicklungen, die zwar unter dem Einfluß des Parasiten entstanden, jedoch von der Pflanze geschaffen worden sind, müssen im Entwicklungsvermögen dieser gestanden haben.

Auf den im ersten Teil experimentell und anatomisch gewonnenen Grundlagen baut sich nun der allgemeine Teil auf, der von pathologischer Anatomie zu allgemeiner Pathologie und Biologie und schließlich zur Naturphilosophie aufsteigend die Diskussion des Gallenproblems, des Anpassungsproblems und des Problems der Zweckmäßigkeit enthält. Hier erscheinen die Blattlausgallen infolge ihres einfachen Baues, z. B. den Hymenopterengallen gegenüber, als Schlüssel zum Verständnis des Gallenproblems überhaupt. Reizleitung, Giftstoffleitung und Umfang des Reizfeldes, der Blattlausspeichel als „Organ“ und Reizquelle, Einfluß äußerer Faktoren gehören zu den hier erörterten Fragen, mit denen die Darlegung des Gallenproblems als kausal-genetisches Prinzip abschließt. Nochmals wird die Methode umschrieben, „jede Struktur nicht bloß als Ergebnis eines pathologischen Reizes, sondern zugleich im Vergleiche mit den normalen Baukriterien verwandter gesunder Formen zu behandeln ...“ (S. 498). Sie allein erschließt das Verständnis der Gallen, während die teleologische Methode, der Hinweis auf irgendwelche Zwecke für Wirt oder Parasit, erklärungsmäßig nichts zu leisten vermag.

Aus der Besprechung der Anpassung, die sich hier als Ergebnis oder Phase des Wechselspiels zwischen Ursache und Wirkung im Gallenprozeß erweist, wäre hervorzuheben, daß die gegenseitige Anpassung stets von Polyphagie bzw. Oligophagie zur Monophagie, zur extremen Anketung an einen einzigen Wirt führt. Von weitergehendem pflanzenpathologischen Interesse ist hier nur die Erörterung des Wesens der Spezialisierung als Geschmacksspezialisierung, der Bildung biologischer Arten und Rassen, der Immunität und Pseudoimmunität, der Resistenz und der Anfälligkeit, der Beziehungen zwischen Infektion und Intoxikation. An dieser Stelle wäre ein kleines Bedenken einzuschalten. Wenn Verf. bei der Besiedlung von Apfelfrüchten durch die Blutlaus die Ursache in einer Konvergenz zwischen Früchten und Gallengewebe sehen will, verläßt er seinen sonst so überlegten Standpunkt. Man wird hier mit Recht einwenden dürfen, daß die Blutlaus ja auch Blätter besiedelt, wie auch Verf. selbst späterhin das Vorkommen auf Früchten als Dokument einer „erstaunlichen Unabhängigkeit des Parasiten von seiner zugeordneten Galle“ anführt. Der Fall ist bereits mit der Geschmacksspezialisierung genügend erklärt und schließlich fällt das ganze Motiv der Begründung mit Konvergenz in sich zusammen, wenn man erwägt, daß jeder Gallenerreger primär nicht Gallen, sondern normales Gewebe besiedelt.

Bis hierher ist von Zweckmäßigkeit kaum die Rede gewesen. Dieses Problem fällt ja auch aus dem Rahmen der exakten kausalkonditionalen Forschung heraus und gehört zur Naturphilosophie. Wer aber die prinzipiellen Fragen der Naturbetrachtung und Naturforschung für die wichtigsten hält, wird auch dieses Kapitel entsprechend ein-

schätzen. Jahrzehntlang hat die Zweckmäßigkeit unter dem Einfluß des Darwinschen Selektionsprinzips die Literatur und den Unterricht beherrscht. Aber wir können an dieser Stelle nur die beiden Hauptpunkte berühren. „Die primäre Gallenreaktion ist ein Abwehrprozeß, dessen Ergebnis die Paralyse einer Giftwirkung ist“ (S. 635). Oben, S. 498, hieß es, daß sie das Ergebnis eines pathologischen Reizes ist. Hierin liegt ein entscheidender Unterschied, auf den wir gleich zurückkommen werden. Ausführlich widerlegt der Verfasser auf Grund seines exakten Nachweises und im Anschluß an Heikertinger die fremddienliche Zweckmäßigkeit E. Bechers, eine Übersteigerung des Zweckmäßigkeitsbegriffes, die auch Küster schon abgelehnt hat (und die z. B. Bonnier von Anfang an nicht mitmachte, der 1879 in seinem Buche über die Nektarien schrieb: Die Natur arbeitet nur für sich, nicht für andere [Ref.]). Auch die allgemeine, d. h. selbst- und artdienliche Zweckmäßigkeit abzulehnen, kann dagegen Verf. im Gegensatz zu Heikertinger sich nicht entschließen. Er nennt die Gallenreaktion in diesem Kapitel einen Abwehrprozeß. „Die Tatsache, daß die Reaktion um dieses Effektes willen eingetreten ist, der Effekt also Ziel der Reaktion war, kann nach meinen ausführlichen Darlegungen nicht mehr bezweifelt werden“ (S. 635). Ref. findet hierin einen Widerspruch zu dem so erfolgreich durchgeführten kausalen Forschungsstandpunkt des Verf. Hat er doch gerade das Verdienst, alle Reaktionsformen einschließlich der entscheidenden, der Primärreaktion, bis zur Symbiose als rein kausal bedingt und als kausal erklärbar nachgewiesen zu haben. Hier wird aber eine *causa finalis*, ein Zweck als Ursache, eingeführt. Weshalb das Postulat einer *causa finalis* in der Naturforschung unzulässig, ein Scheinproblem, eine anthropomorphistische Vorstellung ist, hat Verf. selbst in ausführlicher Besprechung der Literatur dargetan. Ref. glaubt, daß die Setzung einer *causa finalis* ein mehr oder weniger bewußtes Erkennen des Zweckes, also die Fähigkeit zu Handlungen voraussetzt; diese beginnt aber erst auf einer viel höheren Stufe biologischen Naturgeschehens. Daß die Zeit der Klärung dieser Grenzfragen von Naturwissenschaft und Naturphilosophie herannaht, beweist die wertvolle Arbeit des Verfassers.

Einige Bemerkungen: Es sind zahllose Einzelprobleme und eine sehr umfangreiche Literatur in dem Buche verarbeitet; um so mehr würde seine Brauchbarkeit gehoben, wenn jeweils eine kurze Einführung in die Probleme gegeben wäre und ein Register die Auffindung erleichtern würde. Bei den Abbildungen wäre Angabe des Maßstabes derjenigen des benützten optischen Systems vorzuziehen. Eine Anzahl von weniger wichtigen Druckfehlern ist stehen geblieben, besonders in den fremdsprachigen Zitaten.

Zusammengefaßt: Ich sehe in Zweigelt's Werk eine nach Methodik und Ergebnis gleich bedeutende Arbeit von großem Bildungswert für Pathologen und Biologen, der zu wünschen ist, daß ihre Anregungen vielseitig ausgewertet werden. Es ist dankbar anzuerkennen, daß das Erscheinen trotz aller Schwierigkeiten ermöglicht wurde.

Morstatt, Berlin-Dahlem.

Berichtigungen zum Mitgliederverzeichnis vom 1. 1. 1931.

- Balde, Dr. Hans Th., Apotheker, Stuttgart, Ostendstr. 60.
Friedrichs, Dr. Gustav, Anstalt für Pflanzenschutz, Münster i. W., Geiststr. 68.
Jaretzki, Prof. Dr. Robert, Braunschweig, Technische Hochschule.
Kappert, Prof. Dr. Hans, Direktor des Instituts für Vererbungsforschung an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin-Dahlem.
Klages, Dr. A., Honorarprofessor an der Technischen Hochschule, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 192.
Kückenthal, Dr. Hans, Köln-Flittard.
Kühl, Dr. Rolf, Usingen (Taunus), Schillerstr. 11.
Merl, Dr. Eduard, Regierungsrat, München, Residenzstr. 1/2.
Mevius, Dr. Walter, a. o. Prof., Botanisches Institut, Münster i. W., Stolbergstr. 5 I.
Molz, Dr. E., Oberlandwirtschaftsrat, Halle a. S., Bismarckstr. 13.
Raum, Dr. Hans, ord. Prof. und Vorstand des Instituts für Pflanzenzüchtung und Pflanzenbau Weißenstephan der Technischen Hochschule München.
Sabalitschka, Dr. Theodor, a. o. Professor an der Universität Berlin-Steglitz, Elisenstr. 7.
Schilling, Dr. Ernst, stellv. Direktor des Forschungsinstitutes für Bastfasern, Sorau (N.-L.).
Schwartz, Dr., Regierungsbotaniker, Karlsruhe (Baden), Botanisches Institut der Technischen Hochschule.
Volk, Dr. A., Bonn-Poppelsdorf, Thielstr. 6.
Wieler, Dr. Arwed, Professor für Botanik an der Technischen Hochschule, Aachen, Nizzaallee 71.
Ziegler, Dr. Otto, Regierungsrat, Freising, Reppstr. 2.

Auf Seite 526 einfügen:

Hellmann & Teilhaber, Warchau, Post Gr. Wusterwitz.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

- Brandenburg, Dr. E., Baarn, Holland, Phytopathologisches Laboratorium W. C. S., Javalaan 4.
Brüne, Dr., Moor-Versuchsstation, Bremen 1, Neustadtswall.
Kinzel, W., Prof. Dr., Reg.-Rat i. R., München 23, Werneckstr. 22 I.
Köck, Prof. Dr., Gustav. Lehrkanzel für Phytopathologie an der Hochschule für Bodenkultur, Wien XVIII.

- Krüger, Leo, Diplomlandwirt, Schneidemühl, Waldstr. 4.
 Kuleschow, Prof. Dr. N. N., Institut für angewandte Botanik, Lenin-grad, Herzenstr. 44.
 Landwirtschaftliche Versuchsstation, Rostock, Graf-Lippe-Straße 1.
 Mannich, Prof. Dr. C., Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem.
 Matsumoto, Dr. Takasi, Taihoku Imperial University, Taiwan, Japan.
 Merkel, Dr. L., Diplomlandwirt, Hamburg 39, Alsterdorfer Str. 253 I.
 Rauchfuß, Hermannfried, Breslau, Goethestr. 49/51.
 Richter, Prof. Dr. Oswald, Brünn, Lerchgasse 17, Beamtenheim.
 Schulze, Diplomlandwirt Wilhelm, Ebstorf (Kr. Uelzen).
 Stählin, Dr. Adolf, Diplomlandwirt, Wiss. Assistent an der Thür. Versuchsstation Jena, Fürstengraben 25 I.
 Stoll, Diplomlandwirt, Landw. Institut der Universität Gießen.
 Stubbe, Dr. H., Müncheberg (Mark), Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung.
 Thomas, Dr. ing. H. K., Leipzig N 24, Abnanndorf, Schloßstr. 2.
 Wimmer, Prof. Dr., Direktor der Anhaltischen Versuchsstation Bernburg.

Personalmeldungen.

Am 1. Januar d. J. beging unser langjähriges Mitglied Prof. Dr. Schander, Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten und der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Landsberg a. W. sein 25 jähriges Dienstjubiläum. Er wurde 1873 als Sohn eines Landwirtes in Reichenbach in der Oberlausitz geboren, erlernte und studierte Landwirtschaft und promovierte 1903 in Jena zum Dr. phil. mit einer Arbeit über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe. Nach dreijähriger Assistententätigkeit in Geisenheim wurde er zum Vorsteher des Instituts für Pflanzenkrankheiten an die Landwirtschaftliche Versuchs- und Forschungsanstalt nach Bromberg berufen. Gleichzeitig wurde er damit Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in der Provinz Posen und Westpreußen. Als stellvertretender Direktor fiel ihm die schwere Aufgabe zu, das Institut, das nach dem Friedensvertrag an Polen gefallen ist, der Polnischen Regierung zu übergeben und andererseits aber auch die Teile, die deutsches Eigentum blieben auszusondern und an Deutschland zu überführen. Die Aufgabe löste er mit großem Geschick, so daß wertvolles Material in unseren Händen blieb. Sofort nachher hat er dann die wesentliche Arbeit beim Aufbau des neuen Forschungsinstituts in Landsberg a. W. in Angriff genommen und dazu beigetragen, daß der deutsche Osten wieder eine der Brombergischen gleichwertige Forschungsstelle bekam. Es war daher selbstverständlich, daß er der erste geschäftsführende Direktor dieses Instituts wurde.

Bei seinen zahlreichen und vielseitigen Arbeiten widmete er sich hauptsächlich den Fragen des Kartoffelbaues mit besonderer Berück-

sichtigung des Pflanzenschutzes. Gleichzeitig aber baute er die Hauptstelle in Landsberg aus, so daß sie heute eine unserer besten Hauptstellen ist.

Möchten dem Jubilar noch recht viele Erfolge beschieden sein.

Am 6. März d. J. begeht unser Mitglied Dr. Paul Krische das 25-jährige Jubiläum seiner Tätigkeit beim Deutschen Kalisyndikat als Leiter des literarischen Büros und als Schriftleiter der Zeitschrift „Die Ernährung der Pflanze“. Paul Krische hat in dieser Zeitschrift, die stets reich mit Bildern ausgestattet war, nicht nur über landwirtschaftliche, gärtnerische und forstliche Düngungsversuche und pflanzenphysiologische Forschungen berichtet, sondern auch über Qualitätsverbesserung und Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten und Schädigungen durch Düngung. Auch die Schilderungen einheimischer und ausländischer landwirtschaftlicher Kulturen, die wirtschaftsgeographischen Darstellungen, Bodenkarten sowie die landwirtschaftlich statistischen und geschichtlichen Berichte waren immer von großem Interesse.

Am 26. Januar d. J. feierte unser Mitglied Prof. Dr. A. Weisse in Berlin-Steglitz seinen 70. Geburtstag. Der Vorsitzende richtete ein in herzlichen Worten gehaltenes Glückwunschschreiben an ihn, das vom Schriftführer in Vertretung des Vorstandes überreicht wurde.

Am 24. Februar d. J. habilitierte sich unser Schatzmeister Dr. H. Braun für das Fach „Acker- und Pflanzenbau“ an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Verstorbene Mitglieder.

Engler, Prof. Dr. Adolf, Geheimer Oberregierungsrat, emer. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in Berlin-Dahlem, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, am 10. Oktober 1930 im Alter von 87 Jahren. Er wurde an der Stätte seines unvergänglichen Wirkens im Botanischen Garten zu Dahlem beigesetzt.

Merten, Präsident der Landwirtschaftskammer in Wiesbaden.

Zimmermann, Prof. Dr. A., Geheimer und Oberregierungsrat, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft i. R., am 22. Februar 1931 in Berlin. Der Verstorbene, den der Vorstand der Vereinigung erst am 3. April 1930 zum 70. Geburtstag beglückwünschen konnte, war ehemals Direktor des Landwirtschaftlich-Biologischen Instituts Amani in Deutsch-Ostafrika. Mit ihm ist ein ausgezeichnete Kenner der botanischen Kolonialwissenschaft dahingegangen.

Zimmermann, Dr. H., Landesökonomierat, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz und Abteilungsleiter an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rostock, am 29. Dezember 1930.

Einladung

zur Teilnahme an der Tagung 1931 der Vereinigung für angewandte Botanik.

Die Tagung wird gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik in der **Woche nach Pfingsten** in **Münster i. Westf.** stattfinden. Es ist das folgende Programm in Aussicht genommen:

Dienstag, den 26. Mai:

Besichtigung des Botanischen Gartens und Instituts der Universität, der Stadt und evtl. des Versuchsgutes Sprakel der Landwirtschaftskammer.

Mittwoch, den 27. Mai:

Gemeinsame Tagung der drei botanischen Gesellschaften. Nachmittags: Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Donnerstag, den 28. Mai:

Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik und wissenschaftliche Sitzung. Nachmittags: Exkursion nach dem Heiligen Meer bei Hopsten.

Freitag, den 29. Mai:

Fortsetzung der wissenschaftlichen Sitzung. Nachmittags: Abfahrt zu einer mehrtägigen Exkursion nach Holland (Wageningen, Utrecht, Lisse, Baarn).

Das endgültige Programm wird Ende April bekanntgegeben.

Vorträge sind beim Vorsitzenden, Geheimrat Prof. Dr. Appel, Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt bis 10. April anzumelden, damit die Titel noch in das Programm aufgenommen werden können.

Auf der beigelegten Karte wird um vorläufige Anmeldung zu der Tagung gebeten, womöglich unter Angabe der Personenzahl, damit ein Überblick über die ungefähre Teilnehmerzahl mit Rücksicht auf die Unterbringung gewonnen werden kann.

Ein Beitrag zur Biologie von *Chenopodium album*. Bedeutung und Bekämpfung als landwirtschaftliches Unkraut.

Von

Leo Krüger, Diplomlandwirt.

(Fortsetzung von Heft 1.)

Die Ernte, die am 6. VIII. erfolgte, hatte folgendes Ergebnis:

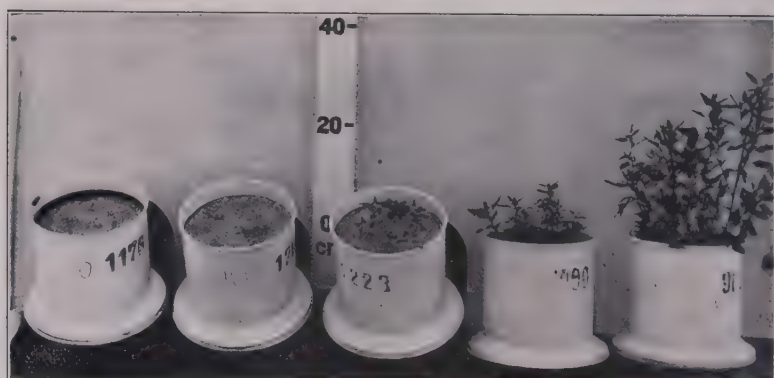
Übersicht 18.

Düngung	geerntete Trockensubstanz im Mittel von zwei Wiederholungen in g
ungedüngt	0,14
K + P	0,16
K + N	0,88
N + P	3,00
K + P + N ₁	8,03
K + P + N	14,47
2 K + P + N	14,77
2 P + K + N	17,70
2 N + K + P	22,70

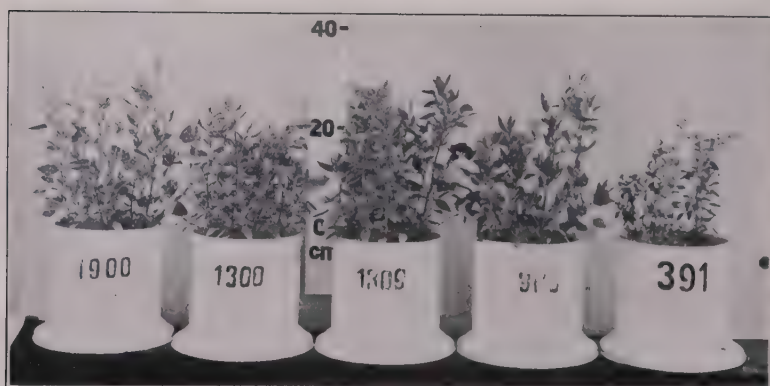
Die Zahlen sowie die Abbildungen (6 u. 7) zeigen, daß *Chen. album* auch bei fast völligem Nährstoffmangel noch Existenzbedingungen zu finden vermag, während andererseits hohe Nährstoffgaben weitgehend ausgenutzt werden.

Im einzelnen zeigt dieser Versuch, daß ein Fehlen von Stickstoff sich am nachteiligsten bemerkbar macht. Die Pflanzen glichen denen in den ungedüngten Gefäßen, blieben klein und kümmerlich, vermochten sich jedoch bis zur Fruchtbildung am Leben zu erhalten und sogar 1—2 Samen hervorzubringen. Nicht so nachteilig ist das Fehlen von Phosphor. Ohne Kali zeigen die Pflanzen eine verhältnismäßig gute Entwicklung, was darauf hindeutet, daß die Spuren von Kali, die in dem Medium enthalten waren, einen be-

reits merklichen günstigen Einfluß auszuüben vermögen. Auffällig ist nun die voneinander abweichende Entwicklung der Pflanzen bei einer Stickstoffdüngung in Form von Natriumnitrat und Ammoniumsulfat, welch letzteres, wie die Abbildung 7 und auch die geerntete Trockensubstanz zeigt, beträchtlich ungünstiger sich aus-



O	K	K	N	K
	+ P	+ N	+ P	+ P
				+ N



2 P	2 K	2 N	K	K
+ K	+ P	+ K	+ P	+ P
+ N	+ N	+ P	+ N	+ N ₂

Abb. 6 u. 7. Nährstoffmangel- und Stafflungsversuch.

gewirkt hat. Dies ist wahrscheinlich in der physiologisch sauren Natur dieses Düngemittels begründet, da, wie wir sahen, die Pflanze durch Säure stark in ihrer Entwicklung gehemmt wird. Das Vermögen der Pflanze, größere Nährstoffmengen ohne Schaden nicht nur vertragen, sondern auch verwerten zu können, zeigen die Gefäße, in denen ein Nährstoff in doppelter Gabe gereicht worden war. Besonders auffällig ist die beträchtliche Zunahme bei doppelter Stickstoffgabe (4 g NaNO_3), sowie die noch vorhandene Förderung bei doppelter Kaligabe gegenüber den einfachen Gaben dieser Nährstoffe.

Da bei diesem Versuch ⁴⁴ die Pflanzen in den Gefäßen ohne Kalidüngung sehr auffallende Kalimangelerscheinungen aufwiesen, die zum Teil noch bei Volldüngung sichtbar waren, also bei der Düngung von 2 g Kaliumsulfat noch auftraten, wurde es für wesentlich erachtet, dieser auffälligen Erscheinung nachzugehen, die Kaliansprüche der Pflanze durch einen weiteren, umfangreichen Versuch des näheren zu ergründen.

Die Versuchsanstellung war folgende: Mitscherlich-Gefäße wurden auf 1000 g tariert und mit 6,5 kg grobem, mit Salzsäure gewaschenem sterilisiertem Sand gefüllt.

Als Grunddüngung erhielten die Gefäße jeweils

- 3,5 g Ammoniumnitrat
- 3,0 g Calciumdiphosphat
- 0,5 g Magnesiumsulfat
- 0,5 g Natriumchlorid
- 0,2 g Eisensulfat
- 4,0 g kohlensauen Kalk.

Die Kaligaben in Form von Kaliumsulfat wurden gestaffelt von 0 bis 4 g in Abstufungen von 0,4 g und der Versuch mit einer Wiederholung durchgeführt. Um einen guten und gleichmäßigen Aufgang sicherzustellen, wurden zur Aussaat helle Samen der späten Form verwandt. Je Gefäß wurden wiederum die gleiche Anzahl von Pflanzen belassen. Die Befeuchtung wurde gleichmäßig gestaltet, und zwar wurde das Medium anfänglich zu etwa 60%, späterhin, nachdem die Pflanzen eine Höhe von etwa 20 cm erreicht hatten, zu 100% seiner wasserhaltigen Kraft gesättigt.

Die Ernte hatte folgendes Ergebnis:

Übersicht 19.

Nr. des Gefäßes	Kaligabe in g	Trockensubstanz in g
51		—
52	0,0	—
53		14,9
54	0,4	14,5
55		22,0
56	0,8	23,3
57		32,0
58	1,2	32,3
59		39,3
60	1,6	41,3
61		47,4
62	2,0	44,1
63		48,5
64	2,4	46,5
65		53,5
66	2,8	50,0
67		57,3
68	3,2	59,8
69		59,6
70	3,6	59,5
74		50,3
75	4,0	61,0

Die Übersicht sowie auch die Abbildung zeigen, wie weitgehend das Wachstum von *Chen. album* durch steigende Kaligaben günstig beeinflusst wird. Ohne jegliches Kali ist ein Wachstum der Pflanze nicht möglich. Die aufgelaufenen Pflänzchen kamen über die Entwicklung der Keimblätter nicht hinaus und waren innerhalb von 4 Wochen sämtlich zugrunde gegangen. Spuren von Kali (0,4 g Kaliumsulfat) bewirken dagegen bereits eine beträchtliche Förderung des Wachstums, das mit steigender Kaligabe weiterhin stark zunimmt und erst, wie die Übersicht zeigt, bei einer Düngung von 3,6 g sein Optimum erreicht zu haben scheint. Während andere Pflanzen bei einer Düngung von 2 g Kaliumsulfat Höchstserträge zu liefern vermögen, durch höhere Gaben bereits stark geschädigt werden, ist dies bei *Chen. album* keineswegs der Fall. Das Optimum ist erst bei einer fast doppelten Gabe erreicht.

Aus der Abbildung 8 ersehen wir bei Betrachtung des Habitus der Pflanzen, daß, wie allgemein bei Kalimangel, gestauchte, schlaffe Formen zu verzeichnen sind (vgl. vor allem Gefäß Nr. 54).

Weit auffälliger und charakteristischer für Kalimangel sind jedoch die Nekrosen der Blätter. Diese treten bei *Chen. album* in ganz ausgeprägter Form in Erscheinung. Beschrieben und durch treffliche Abbildungen gekennzeichnet, wurden sie bereits durch Schaffnit und Volk (41), da sie jedoch kaum allgemein bekannt sein dürften, mögen sie noch einmal kurz dargestellt werden.

Es werden zunächst, wie aus der Nährstoffzufuhr erklärlich ist, an der Spitze des Blattes kleine, scharfumgrenzte, trockene Flecken sichtbar, die sich vergrößern, ineinander übergehen, so daß allmählich ein Absterben des Blattes unter Braunfärbung er-



Abb. 8. Kalistafflungsversuch.

folgt. Gemäß dem allmählichen Fortschreiten der Nekrosen lassen sich des öfteren an demselben Blatt alle Stadien des Absterbens beobachten, die kleinen, scharfumgrenzten Flecke an der Basis des Blattes, die größeren, die ineinander überfließen, in der Mitte und an der Spitze des Blattes bereits völlige Bräunung, wobei sich das Blatt vom Rande her einzurollen beginnt.

Diese Kalimangelnekrosen traten bereits 4 Wochen nach Aufgang der Pflanzen bei den ersten drei Staffeln, also noch bei einer Düngung von 1,2 g Kaliumsulfat, in Erscheinung und waren im weiteren Verlauf selbst noch bei einer Düngung von 2 g deutlich sichtbar. Berücksichtigen wir, daß letztere Gabe 1,08 g reinem Kali entspricht und andere Pflanzen bereits zu Höchstserträgen befähigt, so ist einleuchtend, daß der weiße Gänsefuß als ein sehr treffliches Diagnostikum für den Kaligehalt unserer Böden heran-

gezogen zu werden verdient, da er infolge seiner großen Empfindlichkeit gegen Kalimangel weit eher, als andere Pflanzen es vermögen, uns ein Verarmen des Bodens an diesem Nährstoff anzeigen wird.

c) Wasseransprüche.

Zur Ermittlung der Wasseransprüche der Pflanze stellte ich folgenden Versuch an:

Mitscherlich-Gefäße, auf 1000 g tariert, wurden mit 6.5 kg Dahlemer Boden (lehmiger Sand) gefüllt und mit Samen der frühen

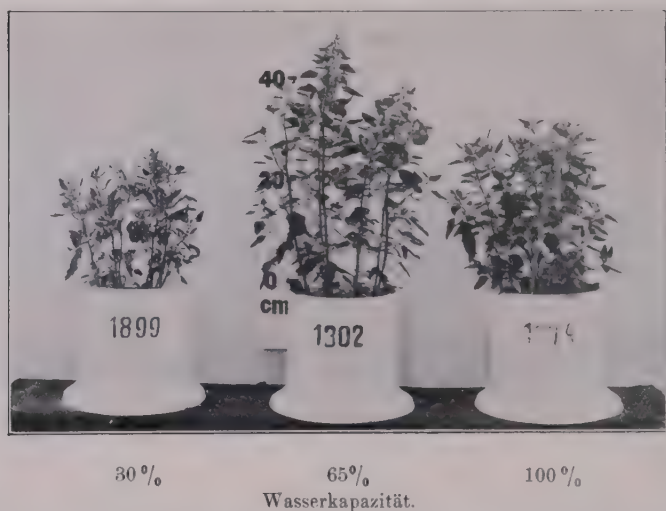


Abb. 9. Vegetationsgefäßversuch bei verschiedener Wasserkapazität

Form angesetzt. Der Aufgang erfolgte am 28. V. Je Gefäß wurden 9 Pflanzen zu weiterem Wachstum bei zunächst gleichmäßiger Befeuchtung belassen. Nachdem am 1. VII. die Pflanzen eine Höhe von etwa 8 cm erreicht hatten, wurden drei Versuchsreihen mit einer Wiederholung gebildet, deren Boden auf eine verschiedene Wasserkapazität gebracht wurde. So wurde der Boden der Reihe I zu etwa 30%, der Reihe II zu etwa 65% und der Reihe III zu etwa 100% seiner wasserhaltenden Kraft gesättigt. Die für diese Kapazitäten erforderliche Wassermenge war durch Vorversuche ermittelt worden und wurde durch Wägung zugegeben. Durch

tägliche Prüfung des Gewichtes der Gefäße konnten die Kapazitäten annähernd konstant gehalten werden.

Die am 20. VII. aufgenommene Photographie (Abb. 9) zeigt uns, daß das Optimum bei etwa 65% der Wasserkapazität liegt. Ein geringeres Wachstum ist bei der höheren und niedrigeren Kapazität zu verzeichnen, wenn auch die Beeinträchtigung in beiden Fällen nicht derart ist, daß von einer starken Schädigung gesprochen werden kann. Wenn bei der Wasserkapazität von 30% eine noch verhältnismäßig günstige Entwicklung vor sich gehen kann, so zeigt das wiederum die große Anpassungsfähigkeit der Pflanze. Wie schon bei der Beschreibung der Pflanze erwähnt (s. S. 8), sind besonders die Vegetationsorgane und die Unterseite der Blätter durch einen dichten Überzug von Blasenhaaren gegen eine übermäßige Transpiration geschützt. Diese Blasenhaare sind wasserführende Zellen. Sowie jedoch bei einsetzender Trockenheit die Wasserzuführung mangelhaft wird, wird der Inhalt dieser wasserführenden Zellen verbraucht, die Haare schrumpfen und bilden dann einen dichten, pergamentartigen Überzug, so daß die Verdunstung sehr eingeschränkt wird.

Auffällig war bei diesem Versuch, daß bei der niederen Wasserkapazität die Pflanzen ihre Entwicklung später zum Abschluß brachten, als es bei den höheren Kapazitäten der Fall war. Die zur Reife gekommenen Samen waren zudem frei in den gespreizten Hüllblättern sichtbar, so daß bald nach der Reife — früher als üblich — das Ausstreuen der Samen vor sich ging.

VI. Verbreitung der Pflanze.

Chen. album wird in den Floren als Kosmopolit, als Allerweltpflanze bezeichnet (1 u. 19). Nach Wagner (45) ist die Pflanze „verbreitet über Europa, Russisch- und Mittelasien bis zum Polarkreise, durch Kolonisation als Unkraut über fast alle Erdteile verschleppt“.

Die eigentliche Heimat des weißen Gänsefußes steht nicht einwandfrei fest. Hellwig (20) führt als Heimat Europa, West- und Zentralasien an und rechnet ihn zu den einheimischen Pflanzen, d. h. zu denen, die bereits seit Jahrtausenden Heimatberechtigung bei uns erworben haben. Ob *Chen. album* zu den eingesessenen Pflanzen zu zählen ist, ist nach diesem Autor schwer zu entscheiden, doch liegt die Annahme nahe, obgleich jedenfalls auch

mit den wandernden Völkerschaften von Asien her eine Einführung und die weite Verbreitung in Deutschland erfolgt sei.

In Deutschland wird *Chen. album* als überall vorkommend, „gemein“ bezeichnet (15). Nach Hegi ist die Pflanze überall verbreitet, von der Ebene bis in die Voralpen, bis ca. 1500 m Höhe.

Diese allgemeine Verbreitung, die Anpassungsfähigkeit an die verschiedensten klimatischen Verhältnisse, des weiteren die Tatsache, daß *Chen. album* zu den alteingesessenen Pflanzen zu zählen ist, sich also auf seinem natürlichen Standpunkt befindet, während unsere Kulturpflanzen meist eingeführte Fremdlinge sind, all dies läßt die Bedeutung dieses Unkrautes erkennen.

VII. Nutzen und Schaden.

1. Nutzen.

Von einem Nutzen der Pflanze kann heute kaum gesprochen werden. In früheren Zeiten mag dies anders gewesen sein. So erwähnt Fruhwirth (12), daß die Samen des weißen Gänsefußes noch bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts in Norddeutschland zur menschlichen Ernährung verwandt wurden. Hegi (19) berichtet, daß heute noch in den südöstlichen Gegenden Rußlands in Zeiten der Not „Hungerbrote“ gebacken werden, „welche neben Roggen und Unkräutern einen großen Gehalt an *Chenopodium* besitzen. Das mit Melden vermischte Brot soll, wie Tolstoi mitteilt, ungesund sein (namentlich wenn die Pflanze unreif) und leicht Erbrechen, Diarrhöe und Unwohlsein verursachen“.

In ihrem Wert als Futterpflanze wird *Chen. album* allgemein günstig beurteilt. Man bezeichnet das Unkraut als „gute Futterpflanze“ (7), als „gutes Viehfutter“ (42), als ein „sehr bekömmliches und nahrhaftes Futter für Schafe“ (4), nach Hegi (19) und Duysen (35) wird es vom Vieh gern gegessen.

Im Gegensatz hierzu mißt Wehsarg¹⁾ der Pflanze als Grünfutter wenig Wert bei, ja er erklärt sie als „eigentlich wertlos“. Nach seinen Angaben nehmen Kaninchen ältere Blätter 14 Tage, dann nur noch mit Widerwillen auf. Ein noch ungünstigeres Ergebnis hatte ein eigener Fütterungsversuch mit Kaninchen. Bei ausschließlicher Fütterung mit jungen Pflanzen zeigten die Versuchstiere schon nach 3 Tagen sichtlichen Widerwillen bei der

¹⁾ Wehsarg: Nach freundlicher brieflicher Mitteilung.

Aufnahme. Auffällig war hierbei das große Wasserbedürfnis der Tiere.

Wie sind nun diese scheinbar sich widersprechenden Feststellungen zu vereinbaren?

M. E. liegt die Erklärung darin, daß das Vieh wohl gern geringere Mengen als Beifutter aufnimmt, was vielleicht auf den hohen Salzgehalt der Pflanze zurückzuführen ist — nach Kling (26) ist in der Trockensubstanz 10,91% Kali enthalten —; in größeren Mengen längere Zeit gegeben, wird die Pflanze jedoch wohl auch von den größeren Haustieren verschmäht werden. Diese Verallgemeinerung ist wohl auf Grund der Fütterungsversuche mit den Kaninchen zulässig. Die günstige Beurteilung des weißen Gänsefußes als Futterpflanze stützt sich sicherlich auch nicht auf exakte Fütterungsversuche, sondern nur auf gelegentliche Beobachtungen.

Die widerwillige Aufnahme, wenn größere Mengen verfüttert werden, läßt vermuten, daß in der Pflanze sich Stoffe befinden, die dem Organismus der Tiere nicht zuträglich sind. Wahrscheinlich sind es Alkaloide. So enthält nach Karsten (21) das Kraut vor dem Blühen ein kristallisierbares, sublimierbares Alkaloid: *Chenopodin*. Auch in den Samen müssen derartige Stoffe enthalten sein. Dies geht einmal aus der geringen Bekömmlichkeit der zum Teil aus Meldesamen hergestellten „Hungerbrote“ hervor, des weiteren aus einer eigenen sehr interessanten Beobachtung. Samen der mittelfrühen Formen zeigten, unter Wasser gesetzt, eine kräftige Schaumbildung, die längere Zeit anhielt und durch Schütteln des Gefäßes noch gesteigert wurde. Die Annahme, daß diese Schaumbildung darauf zurückzuführen ist, daß in diesem Samen Bitterstoffe oder Alkaloide enthalten sind, liegt nahe.

2. Schaden.

Dem fragwürdigen Nutzen des weißen Gänsefußes steht ein außerordentlicher Schaden gegenüber. Dieser besteht vornehmlich darin, daß unseren Kulturpflanzen Nährstoffe, Feuchtigkeit, Licht und Wärme entzogen werden.

Die großen Nährstoffmengen, die das Unkraut benötigt, zeigen Analysen von Pflanzen, die kurz vor ihrer Blüte standen. So waren nach Kling (26) in der Trockensubstanz an Pflanzennährstoffen enthalten 3,99% Stickstoff, 1,33% Phosphor, 10,91% Kali und 3,61% Kalk. Diese Zahlen zeigen, daß besonders der Stick-

stoff- und Kaligehalt sehr hoch ist. Auf den hohen Kaligehalt der Pflanze ist es nach Korsmo (27) möglicherweise zurückzuführen, „daß man auf Äckern, deren voriger Feldbestand durch *Chen. album* stark verunkrautet gewesen war, in mehreren Fällen, nachweislich geringere Hackfruchterträge erzielt hat“.

Der hohe Nährstoffverbrauch der Pflanze zeigt zugleich, daß auch der Entzug von Bodenfeuchtigkeit beträchtlich sein muß, da die Nährstoffe in gelöster Form aufgenommen werden. Dazu kommt noch, daß infolge des sperrigen Wuchses und der großen Blattmasse bedeutende Wassermengen verdunstet werden. Da *Chen. album* vornehmlich ein Unkraut der leichten Böden ist, dürfte gerade dieser Gesichtspunkt von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein.

Die Schädigungen durch Licht- und Wärmeentzug lassen sich kaum erfassen. Es ist aber einleuchtend, daß auch diese nicht unerheblich sein werden, wenn wir den üppigen Wuchs der Pflanze berücksichtigen.

Diese Einzelschädigungen werden, zumal sie gleichzeitig in Erscheinung treten, den Ertrag unserer Kulturpflanzen herabsetzen, einen Verlust herbeiführen, dessen Höhe je nach Menge und Üppigkeit der in den Kulturen vorhandenen Pflanzen mehr oder weniger groß sein wird. Wie weitgehend die Schädigung sein kann, zeigen Beobachtungen, die man leider auch heute noch machen kann, daß bei vernachlässigter Bekämpfung ein völliges Überwuchern unserer Hackfrüchte, in denen *Chen. album* besonders günstige Entwicklungsmöglichkeiten findet, erfolgt. Auch schon bei Betrachtung einzelner Kartoffelstauden, in deren nächster Nähe eine Gänsefußpflanze vegetiert, ist das Zurückbleiben der Hackfrucht augenfällig.

Abgesehen von der Beeinträchtigung des Wachstums kann weiterhin ein Schaden dadurch entstehen, daß namentlich bei ungünstiger, feuchter Witterung zur Zeit der Ernte die noch grünen Gänsefußpflanzen die Trocknung unserer Halm- und Hülsenfrüchte erschweren und somit die Einbringung hinausziehen.

Außer diesen Schäden, welche die Pflanze direkt und unmittelbar verursacht, ist noch ein indirekter Schaden zu erwähnen, der dadurch hervorgerufen wird, daß *Chen. album* einigen tierischen Schädlingen unserer Kulturpflanzen als Wirtspflanze dient und somit ihre weitere Verbreitung begünstigt¹⁾.

¹⁾ Vgl. zum folgenden O. v. Kirchner (23 u. 24).

An erster Stelle ist hier der neblige Schildkäfer (*Cassida nebulosa*) zu erwähnen, der zwar eigentlich auf den wildwachsenden Chenopodiaceen heimisch ist, aber auch auf die zur gleichen Familie gehörigen Kulturpflanzen, die Rüben, übergeht und diesen bei stärkerem Auftreten beträchtlichen Schaden zufügen kann. Der neblige Schildkäfer sammelt sich Ende April bis Anfang Mai an den jungen Meldepflanzen, auf denen nach kurzem Fraß die Eiablage, meist an der Unterseite der Blätter, erfolgt. Nach etwa 8 Tagen schlüpfen die Larven aus, die nunmehr eine rege Fraßtätigkeit entwickeln, indem sie die Blätter an der Unterseite skelettieren, bei stärkerem Auftreten nur die Blattrippen übrig lassen. Werden nun durch die Anfang Juni einsetzende Hackarbeit die Gänsefußpflanzen vernichtet, so wandern die Larven auf die Rüben über, die in gleicher Weise geschädigt werden. Unter günstigen Verhältnissen tritt Ende Juli noch eine zweite Generation auf, wie es auch im Jahre 1929 beobachtet werden konnte. Diese kann zwar den Rüben infolge ihrer vorgeschrittenen Entwicklung keinen nennenswerten Schaden mehr zufügen, sie bedeutet aber eine starke Vermehrung des Schädlings, dessen schädliche Tätigkeit sich in den folgenden Jahren dann in verstärktem Maße auch auf die Rüben erstrecken wird.

Weitere tierische Schädlinge, die sich neben anderen Pflanzen auch des weißen Gänsefußes als Wirtspflanze bedienen, sind die Larven verschiedener Aaskäferarten, die Runkelfliege (*Pegomya hyoscyami*), der Rüsselkäfer (*Cleonus punctivernis*), die Raupe der Rübenmotte (*Lita atriplicella*) u. a. mehr.

VIII. Bekämpfung.

Die beträchtlichen Schädigungen, die durch das Auftreten des weißen Gänsefußes in unseren Kulturen verursacht werden, lassen sich nur dadurch verhindern, daß dieses Unkraut, welches von Natur für den Kampf ums Dasein durch seine weitgehende Anpassungsfähigkeit, durch die große Samenproduktion und die Widerstandsfähigkeit der Samen vortrefflich ausgestattet ist, mit allen zu Gebote stehenden Mitteln bekämpft wird.

Die Forderungen, die an die Bekämpfung eines Samenunkrautes zu stellen sind, bestehen darin, daß die Zufuhr von keimfähigen Samen auf das Nutzland verhindert wird, sodann darin, daß die auf dem Felde befindlichen Samen und Pflanzen vernichtet werden, damit eine neue Ansamung nicht vor sich gehen kann.

1. Verhinderung der Zufuhr von keimfähigen Samen auf das Nutzland.

a) Reinigung des Saatgutes.

Dieser Forderung ist am ehesten gerecht zu werden, da unsere Halm- und Hülsenfrüchte nur zuweilen eine stärkere Verunkrautung durch *Chen. album* aufweisen und eine Ausscheidung der Gänsefußsamen infolge der Größenunterschiede leicht möglich ist. Daß trotzdem hierin noch Nachlässigkeit geübt wird, zeigen Wehsargs (47, S. 320 ff.) Untersuchungen. Wehsarg prüfte in den Jahren 1909/10 eine größere Anzahl Saatgutproben mittel- und kleinbäuerlicher Betriebe aus Thüringen, Hessen und Franken auf ihren Gehalt an Unkrautsamen und fand, daß in einzelnen Proben neben anderen Unkräutern folgende Samenmengen des weißen Gänsefußes vorhanden waren:

In 995 g Winterroggen . . .	287 Samen
„ 275 g „ . . .	35 „
„ 585 g „ . . .	31 „
„ 690 g „ . . .	13 „
„ 405 g Sommerroggen . . .	327 „
„ 375 g Hafer	435 „
„ 625 g „	19 „
„ 505 g „	18 „
„ 400 g „	14 „
„ 540 g Gerste	6 „

Im Durchschnitt sind bei diesen Proben in 500 g Saatgut etwa 110 Samen des weißen Gänsefußes enthalten; bei 3 Zentner Aussaat pro ha würden somit etwa 33 000 Samen des Unkrautes pro ha dem Nutzlande zugeführt werden. Weit höhere Samenmengen werden zuweilen mit Lein, Serradella und Klee zur Aussaat gelangen, da die Unterschiede in den Dimensionen und Gewichten bei diesen Früchten zum Teil weit geringer sind, als es für Getreide und Hülsenfrüchte zutrifft, und insbesondere die Serradella zur Samengewinnung gebaut, einen außerordentlichen Grad der Verunkrautung aufweist. Eine Ausscheidung der Gänsefußsamen wird bei Lein und Serradella durch Siebsortierung zu erreichen sein. Einige Schwierigkeit dürfte nur beim Klee, vor allem beim Weißklee bestehen. Doch dank der vorgeschrittenen Technik der Saatreinigungsmaschinen läßt sich nötigenfalls auch

beim Weißklee durch den Tischausleser eine gute Reinigung erzielen. Berücksichtigt man die hohen Zahlen von Samen, die durch schlecht gereinigtes Saatgut dem Nutzlande zugeführt werden, so wird man sich sagen müssen, daß es vorteilhafter ist, die geringen Mühen der meist leicht möglichen Reinigung auf sich zu nehmen, als späterhin die auf dem Felde aufgelaufenen Pflanzen durch mühselige Hackarbeit vernichten zu müssen.

b) Vernichtung der Keimfähigkeit der Samen in Dresch- und anderen Abfällen.

Erhöhte Aufmerksamkeit erfordern die in den Dresch- und Reinigungsabfällen enthaltenen Samen. Welch große Samenmengen diese Abfälle zuweilen aufweisen, zeigen Untersuchungen von Korsmo (27). Danach enthielten

je kg Dreschabfall	116 798	unbeschädigte Samen von <i>Chen. album</i>
„ „ Reinigungsabfall	11 500	„ „ „ „ „
„ „ Getreidespreu	15 814	„ „ „ „ „
„ „ Heubodenkehricht	1 000	„ „ „ „ „

Da diese Abfälle größtenteils zur Verfütterung gelangen, bedarf zunächst die Frage der Klärung, ob die Keimfähigkeit der Samen des weißen Gänsefußes beim Passieren des Verdauungskanals unserer Haustiere vernichtet wird.

Diesbezügliche Versuche liegen bereits von Kempiski (22) vor, der bei seinen umfangreichen Untersuchungen unter anderen auch die Samen von *Chen. album* an Rind, Schaf, Huhn, Taube und einige Vögel zwecks Feststellung der Verdauung verfütterte. Hiernach waren beim Rind im Durchschnitt von zwei Versuchen 27%, beim Schaf im Durchschnitt von acht Versuchen 19% der Samen unversehrt in den Abgängen wiederzufinden. Eine bedeutend bessere Verdauung erfolgte bei unserem Hausgeflügel. Im Durchschnitt von acht Versuchen hatte die Taube die Samen restlos verdaut, das Huhn im Durchschnitt der gleichen Anzahl von Versuchen nur 0,4% der Samen durchpassieren lassen.

Korsmo (27, S. 37), der gleichfalls Fütterungsversuche anstellte, fand, daß beim Schwein 64%, beim Huhn 15% der Samen unverletzt und keimfähig den Darmtraktus durchwandert hatten.

Eigere diesbezügliche Versuche wurden mit zwei Hühnern angestellt. Die technische Durchführung gestaltete sich wie folgt:

Für jeden Versuch wurden je Huhn 200 vollausgereifte Samen der frühen Form verabfolgt, die, um eine gute Aufnahme zu erzielen, in Weichfutter gereicht wurden. Die nicht aufgenommenen Samen wurden sorgfältig zurückgezählt. Als Beifutter erhielten die Versuchstiere reichlich Körnerfutter mit Beigaben von Sand und kleinen Steinchen. Die Exkremente wurden drei Tage lang nach Ansetzen des Versuches sorgfältig gesammelt und die in denselben enthaltenen, unversehrt gebliebenen Samen ausgezählt. Das Ergebnis dieser Versuche zeigt folgende Übersicht.

Übersicht 20.

	gegeben	aufgenommen	im Kot gefunden	in %
Huhn I	200	178	52	29,2
	200	193	48	24,9
Huhn II	200	172	30	17,45
	200	188	25	13,90

Im Mittel von diesen Versuchen hatten hiernach 21,36% der Samen unverletzt den Darmtraktus durchwandert. Die Keimfähigkeit dieser Samen betrug nach Anfeilen 83,00%, die nicht verfütterter Samen nach Anfeilen 85,50%. Sie hat also nicht gelitten.

Der Prozentsatz der Samen, die unversehrt in den Abgängen vorgefunden wurden, liegt somit, ähnlich den Ergebnissen Korsmos, beträchtlich über den von Kempfski angegebenen Zahlen, der beim Huhn eine fast vollständige Verdauung feststellte. Wodurch die gegenteiligen Feststellungen bedingt sind, ist schwer zu entscheiden, da zu viele Momente, wie die Beschaffenheit der Verdauungsorgane, die Art des Beifutters und vor allem das Samenmaterial, bei diesem der Grad der Hartschaligkeit und der Keimreifezustand der Samen, von Einfluß sein können. Die Beschaffenheit des Samenmaterials wurde bei bisherigen Versuchen gänzlich vernachlässigt, obwohl sie sicherlich von wesentlichem Einfluß auf die Vernichtung der Samen bei der Verfütterung ist.

Wir müssen also bei der Verfütterung von Abfällen, die mit Samen des weißen Gänsefußes durchsetzt sind, zum mindesten bei unseren größeren Haustieren mit einem beträchtlichen Abgang unversehrter Samen rechnen. Im Interesse der Verhinderung einer Verbreitung wird es daher angebracht sein, die Keimfähigkeit der Samen vor dem Verfüttern zu vernichten, um so mehr als die

kleinen rundlichen Samen zum größten Teil auf den Futterplätzen oder in den Krippen verbleiben werden, um von hier mit dem Kehricht über die Dungstätte oder den Komposthaufen dem Nutzlande zugeführt zu werden. Ein Unschädlichmachen der Samen durch einfaches Schroten ist infolge der geringen Größe der Samen nicht zu erreichen. So ergaben Untersuchungen von Bjerres (13), daß nach dem Vermahlen in den in landwirtschaftlichen Betrieben verwandten Schrotmühlen 52% der Samen von *Chen. album* noch keimfähig geblieben waren. Eine sichere Vernichtung der Samen wird erst, wie eigene Versuche ergaben, durch einstündiges Kochen erreicht. Diese Art der Vernichtung ist zwar sehr umständlich und mit erheblichen Kosten verbunden, sie wird sich jedoch bezahlt machen, besonders wenn man berücksichtigt, daß durch diese Maßnahme nicht nur die Verbreitung der Gänsefußsamen, sondern aller in den Abfällen enthaltenen Unkrautsamen verhindert wird. Läßt sich die Unschädlichmachung der in den Abfällen enthaltenen Samen nicht durchführen, so wird es vorzuziehen sein, stärker mit Unkrautsamen durchsetzte Abfälle gänzlich von der Verfütterung auszuschließen oder doch wenigstens die Gänsefuß- und andere kleinere Samen vorher auszusieben, um sie durch Verbrennen einer sicheren Vernichtung zu überliefern.

c) Vernichtung der Keimfähigkeit der Samen in Stallmist und Kompost.

Bei nicht sorgsamer Behandlung der zur Verfütterung gelangenden Abfälle werden, wie die vorigen Ausführungen ergaben, beträchtliche Samenmengen des weißen Gänsefußes in den Stallmist gelangen. Die Gefahr, daß diese Samen in keimfähigem Zustande dem Nutzlande zugeführt werden, kann dadurch erheblich eingeschränkt werden, daß man es vermeidet, den Dünger frisch zu verwenden, ihn vielmehr erst längere Zeit sachgemäß lagert, damit die Samen durch Vergärung zerstört werden können.

In hohem Maße mit Samen der Pflanze angereichert sind im allgemeinen die Komposthaufen, auf denen sich alle nicht verwertbaren Abfälle zusammenfinden, um hier einer Zersetzung zu unterliegen. Diesen Stätten wird meist eine sehr geringe Aufmerksamkeit zuteil. Sie bleiben während des Sommers unbeachtet, es entwickelt sich ungestört ein üppiger Bestand des weißen Gänsefußes, der hier sehr günstige Wachstumsbedingungen findet und eine un-

geheure Samenproduktion zeitigen kann. Daß bei einer derartigen Nachlässigkeit natürlich nicht eine Reinigung, sondern erst recht eine Verunreinigung mit Samen der Pflanze erzielt wird, liegt auf der Hand.

Eine Reinigung des Kompostes von keimfähigen Samen kann nur durch eine sachgemäße Pflege dieser Stätten, so durch Feucht- und Lockerhalten, durch Beifügung von Ätzkalk und tierischen Exkrementen, erreicht werden; jedoch ist nach Wehsarg (47, S. 262) auch bei guter Pflege eine Verwendung auf dem Acker frühestens nach zweijähriger Lagerung ratsam. Vorteilhafter ist es, die Komposterde, welche aus den Abfällen von Feldern stammt, nur zur Düngung der Wiesen zu benutzen, da *Chen. album* als Ackerunkraut auf diesen Entwicklungsmöglichkeiten nicht findet.

2. Bekämpfung der Pflanze auf dem Felde.

Wenn auch die Verhinderung der Zufuhr von keimfähigen Samen auf das Nutzland als Bekämpfungsmaßnahme durchaus Beachtung verdient, so besteht doch die Hauptaufgabe der Bekämpfung in der rechtzeitigen Vernichtung der Pflanze auf dem Felde, damit eine Beeinträchtigung unserer Kulturpflanzen nicht erfolgt und damit vor allem die Samenproduktion verhindert wird; denn wenn ein Absamen vor sich gehen kann, wird der Boden in weit höherem Maße mit Samen der Pflanze angereichert, als es durch Saatgut und Dungstoffe möglich ist.

Die Bekämpfung der Pflanze kann durch chemische Mittel, durch mechanische Maßnahmen und auf indirektem Wege erfolgen.

a) Bekämpfung durch chemische Mittel.

Bei Versuchen zwecks Prüfung der Empfindlichkeit der Pflanze gegen chemische Mittel kamen folgende Spritz- und Bestäubungsmittel zur Anwendung:

Eisenvitriol	30 ‰	. .	1000 l	pro ha
Kupfervitriol	5 ‰	. .	1000 l	" "
Raphanit	5 ‰	. .	800 l	" "
Schwefelsäure	3,5 ‰	. .	1500 l	" "
Staubkainit			1500 kg	" "
Kalkstickstoff			150 kg	" "

Die Spritzversuche wurden Anfang Juni bei sonnigem Wetter an einem 5—15 cm hohen Unkrautbestand, der sich zumeist aus

Chen. album zusammensetzte, vorgenommen. Die Bestäubungsmittel wurden zur gleichen Zeit angewandt, nachdem der Pflanzenbestand vorher künstlich befeuchtet worden war.

Der Erfolg dieser Versuche war recht unbefriedigend. Während andere Unkräuter, wie Kanadisches Berufskraut, Vogelmiere, Windender Knöterich, Hirtentäschelkraut, Ackerstiefmütterchen und Ackerehrenpreis, vollständig vernichtet oder doch sehr stark beeinträchtigt wurden, zeigten sich bei *Chen. album* nur mehr oder weniger geringe Schädigungen. Am ehesten war noch ein Erfolg auf der mit Schwefelsäure bespritzten Parzelle zu beobachten. Die so behandelten Pflanzen blieben ziemlich erheblich in ihrer Entwicklung zurück. Vergleichende Versuche mit Gerste und Hafer ergaben, daß diese eine 3,5prozentige Schwefelsäurelösung ohne eine erhebliche Schädigung ertrugen. Berücksichtigen wir jedoch, daß die Schwefelsäureanwendung größere Sorgfalt erfordert und bisher auch kaum eingeführt ist, so erscheint eine Bekämpfung der Pflanze mit chemischen Mitteln im ganzen wenig erfolgversprechend.

Die geringe Empfindlichkeit des weißen Gänsefußes gegen Spritz- und Bestäubungsmittel zeigen auch Versuche von Frank (11), Wehsarg (47, S. 376) und Korsmo (27, S. 483). Nach Frank blieben 15- und 30prozentige Lösungen von Eisenvitriol ohne jede Wirkung, eine 5prozentige Kupfervitriollösung verursachte nur an wenigen Blättern gebräunte Stellen, ohne jedoch eine nennenswerte Schädigung hervorzurufen. Wehsarg beobachtete, daß *Chen. album* durch Staubbkainit nicht geschädigt wurde, und Korsmo erwähnt, daß Eisenvitriol, Schwefel- oder Salpetersäure die Pflanze nicht oder nur in geringem Maße zerstören.

Aus all diesen Versuchen ergibt sich die Erfolglosigkeit einer Bekämpfung mit chemischen Mitteln. *Chen. album* muß deshalb mit Schutzmitteln ausgestattet sein, die ihm eine besondere Widerstandsfähigkeit verleihen. Diese Schutzmittel dürften wohl mit Recht in den Blasenhaaren gefunden werden, von denen besonders die jungen Pflanzen dicht überzogen sind¹⁾, so daß Flüssigkeitströpfchen nicht haften oder doch keine erhebliche Schädigung bewirken können. Es bleiben somit nur mechanische und indirekte Maßnahmen für die Bekämpfung der Pflanze anwendbar.

¹⁾ s. S. 8 u. S. 103.

b) Bekämpfung durch mechanische Maßnahmen.

Als mechanische Hilfsmittel dienen der Unkrautbekämpfung vornehmlich Eggen, Hackmaschinen, Hack- und Häufelpflüge, Handhacken und das Jäten.

An erster Stelle steht das Eggen. Es verdient als Unkrautbekämpfungsmaßnahme vor und nach dem Aufgehen der Kulturpflanzen höchste Beachtung, weil es bei großer Arbeitsleistung nur geringe Kosten verursacht. Ein Erfolg durch Eggen wird im allgemeinen erzielt, wenn sich das Unkraut in seinem ersten Jugendstadium befindet. Dies gilt in besonderem Maße für *Chen. album*, da, wie wir sahen, bei diesem Unkraut auf Kosten der oberirdischen Entwicklung zunächst die Ausbildung des Wurzelsystems erfolgt, so daß Eggmaßnahmen bei verspäteter Anwendung, wie vielfach beobachtet werden konnte, nur einen geringen Erfolg zeitigen. Besonders ist dies der Fall, wenn mit Rücksicht auf die Kulturpflanzen nur leichte Eggen angewandt werden können.

Sind die Gänsefußpflanzen und ebenso die Kulturpflanzen in ihrem Wachstum weiter vorgeschritten, so ist eine Bekämpfung durch Hackmaschinen, Hack- und Häufelpflüge am Platze, Maßnahmen, welche bei den Kulturpflanzen, die gegen das Eggen sehr empfindlich sind, an erster Stelle stehen. Mit diesen Hilfsmitteln ist allerdings nur eine Vernichtung der Pflanze zwischen den Reihen der Kulturpflanzen möglich. Hier ist sie aber bei Anwendung von Hackmaschinen und Hackpflügen bei einwandfreiem Arbeiten eine vollkommene, da die Pflanze, als Samenunkraut, am oberen Teil der Wurzel abgeschnitten, nicht mehr lebensfähig ist. Da bei jeder Bodenbewegung neue Samen in günstige Keimtiefen und damit zum Auflaufen kommen, wird es zweckmäßig sein, soweit es der Stand der Kulturpflanzen zuläßt, sich des öfteren dieser Hilfsmittel zu bedienen, damit an den kostspieligen und zeitraubenden Maßnahmen des Handhackens und des Jätens gespart werden kann.

Durch Handhacken und Jäten müssen die durch vorige Maßnahmen nicht vernichteten Pflanzen entfernt werden. Diese Maßnahmen sind möglichst frühzeitig durchzuführen, da die sich üppig entwickelnden Gänsefußpflanzen sonst beträchtliche Schädigungen verursachen. Auch ist bei verspätetem Jäten infolge der starken Bewurzelung ein Ausziehen der Pflanze fast unmöglich, oder wenigstens nicht ohne eine Beeinträchtigung unserer Kulturpflanzen

durchführbar. Die gejäteten Pflanzen sind vom Acker zu entfernen, da die Wurzel durch ihr reichliches Faserwurzelssystem die Erde festhält und so, auch bei trockenem Wetter, Zeit und Gelegenheit findet, wiederum anzuwachsen.

c) Bekämpfung durch indirekte Maßnahmen.

Die Ausführungen über die Biologie der Pflanze ergaben, daß *Chen. album* ein Spätfrühjahrskeimer ist und eine langsame Jugendentwicklung aufweist. *Chen. album* kann also nur in solchen Früchten als lästiges Unkraut auftreten, die einen ähnlichen Entwicklungsrhythmus zeigen oder durch einen lockeren Stand ausgezeichnet sind. Hierdurch haben wir ein Mittel an der Hand, durch den Anbau von raschwüchsigen und massigen Feldfrüchten ohne eigens durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen die Pflanze zu unterdrücken. Auch innerhalb der Feldfrüchte kann durch entsprechende Sortenwahl, sowie durch alle Maßnahmen, die das Wachstum unserer Kulturpflanzen fördern, die Bekämpfung wesentlich erleichtert werden.

3. Bekämpfung der Samen im Ackerboden.

Sehr oft läßt sich nun die Beobachtung machen, daß, obwohl eine Zufuhr von keimfähigen Samen auf das Nutzland nicht erfolgte und auch ein Absamen auf dem Felde nicht vor sich gehen konnte, dennoch ein üppiger Bestand des weißen Gänsefußes zu verzeichnen ist. Das ist nur dadurch möglich, daß der Boden in hohem Maße mit Samen der Pflanze angereichert ist und die Samen sich infolge ihrer Widerstandsfähigkeit mehrere Jahre hindurch im Boden gesund zu erhalten vermögen. Welche Mengen keimfähiger Samen im Boden lagern, ist aus zahlreichen Untersuchungen ersichtlich, von deren Ergebnissen einige angeführt werden mögen.

Korsmo (27, S. 50) entnahm einem Acker, „dessen Unkrautbestand von seinem Bewirtschafter als weniger lästig bezeichnet wurde“, eine Bodenfläche von 1 qm in einer Tiefe von 25 cm, breitete sie in einem 20 qm großen Keimbett auf sterilem Sandgrund aus und bestimmte die aufgelaufenen Pflanzen. Die Auszählungen ergaben 17 Unkrautarten mit insgesamt 10332 Pflanzen; darunter stand an erster Stelle *Chenopodium album* mit 2983 Pflanzen.

Bei einer anderen Untersuchung des gleichen Autors waren bei ähnlicher Versuchsanstellung aus einer ebenso großen Bodenfläche

in der Zeit von 40 Tagen sogar 9376 Pflanzen von *Chen. album* aufgelaufen.

Ähnliche Ergebnisse liegen vor von Wehsarg (47, S. 138 ff), der Bodenproben zahlreicher Betriebe auf ihren Gehalt an Unkrautsamen prüfte. Hiernach waren je Quadratmeter Ackerkrume bis zu 9500 Samen von *Chen. album* enthalten.

Diese Zahlen zeigen, welche fast unwahrscheinlich hohen Samenmengen des weißen Gänsefußes im Boden keimfähig lagern, und daß es bei Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit der Samen einer mehrjährigen, wirksam durchgeführten Bekämpfung bedarf, um ein einmal verunkrautetes Feld zu reinigen.

Welche Maßnahmen stehen uns zur Verfügung, die im Boden enthaltenen Samen zu vernichten?

Gering ist die Möglichkeit, die Samen durch chemische Mittel zu zerstören. Abgesehen davon, daß sich nur die in den oberen Schichten des Bodens befindlichen Samen vernichten ließen, ist eine Anwendung dieser Mittel zu kostspielig, also schon aus wirtschaftlichen Gründen nicht gerechtfertigt. Auch würden die Bodenbakterien, deren Tätigkeit als Unkrautzerstörer nicht gering einzuschätzen ist, vernichtet sowie die Beschaffenheit des Bodens ungünstig beeinflußt werden, Gesichtspunkte, die der Herbeiführung bzw. der Erhaltung der Ackergare entgegenstehen. Und gerade die Ackergare schafft nicht nur unseren Kulturpflanzen günstige Wachstumsbedingungen, sondern sie trägt auch in hohem Maße dazu bei, die Unkrautsamen zu vernichten. „Die Gare ist die unkrautreinigende Kraft des Ackerbodens“ (47, S. 265). Durch alle Maßnahmen, die die Bodengare, die Gärtätigkeit fördern, werden wir daher auch dazu beitragen, die im Boden zahlreich vorhandenen Samen des weißen Gänsefußes zu zerstören.

IX. Natürliche Feinde.

Wie unsere Kulturpflanzen, so hat auch *Chen. album* zahlreiche natürliche Feinde, die nicht in geringem Maße das Wachstum der Pflanze störend beeinflussen, die Samenproduktion einschränken oder sogar gänzlich verhindern.

Seinen größten Feind besitzt *Chen. album* in dem nebligen Schildkäfer (*Cassisa nebulosa*), der leider auch als Rübenschädling eine gewisse Bedeutung hat (vgl. S. 107). Die weitgehenden Fraßschäden, die durch den Käfer, in besonderem Maße durch seine

Larve verursacht werden, führen bei stärkerem Auftreten des Käfers oft zur völligen Vernichtung der Pflanze. Auffällig ist, daß der Schildkäfer in mit *Chen. album* durchsetzten Sommergetreidefeldern ungleich häufiger als in benachbarten, gleich stark verunkrauteten Hackfrüchten beobachtet werden konnte.

Nächst dem Schildkäfer kommt noch eine größere Bedeutung dem falschen Mehltau (*Peronospera effusa*) zu. Ein Befall durch diesen pflanzlichen Feind konnte besonders bei jungen Pflanzen festgestellt werden, welche durch ihn stark geschwächt wurden und erheblich in ihrer Entwicklung zurückblieben.

Von den weiteren direkten Feinden der Pflanze, deren Bedeutung gering ist und die zum Teil auch als Schädlinge unserer Kulturpflanzen eine Rolle spielen (vgl. S. 107), soll hier nur noch ein Brandpilz erwähnt werden. Wenn auch die Bedeutung dieses Pilzes sehr gering ist — ich fand ihn nur an einer Pflanze vor —, so ist sein Auftreten insofern interessant, als dieser Brandpilz nach mündlicher Auskunft des Direktors der Biologischen Reichsanstalt, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel bisher nicht beobachtet wurde. Seine Erforschung ist durch Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel in die Wege geleitet.

Wenn auch nicht im eigentlichen Sinne Feinde des weißen Gänsefußes, so doch seiner Ausbreitung hinderlich, sind viele kleine Vögel dadurch, daß sie in futterarmen Zeiten große Samenmengen der Pflanze vertilgen. In dieser Hinsicht sind in Amerika sehr interessante und umfangreiche Untersuchungen durchgeführt worden. Judd (22) stellte auf Grund von Feldbeobachtungen und Magenuntersuchungen fest, daß viele kleine Vögel, insbesondere Sperlingsarten, in der kälteren Jahreszeit vom frühen Herbst bis in das späte Frühjahr sich fast ausschließlich von Unkrautsamen, unter denen die des weißen Gänsefußes eine große Rolle spielen, ernähren. Fast unwahrscheinlich erscheinen die Angaben über den Nahrungsverbrauch dieser Vögel. So wird erwähnt, daß es durchaus nicht als etwas Außergewöhnliches bezeichnet werden kann, wenn bei Sektionen bei einem Vogel folgende Samenmengen, die also innerhalb weniger Stunden verzehrt sein mußten, gefunden wurden:

ca. 500 Samen von	<i>Chenopodium album</i> ,
„ 700 „ „	<i>Chaetocla glauca</i> ,
„ 50 „ „	<i>Polygonum convolvulus</i> ,
„ 100 „ „	<i>Panicum sanguinale</i> .

Eigene Beobachtungen können die Tätigkeit der Sperlinge als Unkrautvertilger bestätigen. Ein Teilstück des hiesigen Instituts-geländes war zu Bauzwecken abgetreten worden, und es hatte sich darauf ein üppiger Bestand des weißen Gänsefußes entwickelt. Zur Zeit der Samenreife konnte man hier Scharen von Sperlingen beobachten, die eine derart rege Tätigkeit entwickelten, daß bereits innerhalb sechs Wochen die Gänsefußpflanzen fast sämtlich ihrer Samen beraubt waren.

Es fragt sich nun, inwieweit die Samen von *Chen. album* von den Sperlingen auch verdaut werden. Um diese Frage zu prüfen, wurde eine größere Anzahl dieser Vögel eingefangen und mit Samen der Pflanze gefüttert. Ein exakt quantitatives Arbeiten war leider dadurch, daß sich die Sperlinge unter den veränderten Lebensbedingungen als sehr empfindlich erwiesen, unmöglich; doch ergab die Untersuchung der Abgänge, daß eine restlose Verdauung erfolgt war.

Man wird deshalb den Sperlingen und anderen kleinen Vögeln, weil sie größere Samenmengen des weißen Gänsefußes vernichten, eine gewisse Bedeutung bei der Bekämpfung der Pflanze zustehen müssen.

X. Zusammenfassung und Schluß.

Die vorliegende Arbeit bietet einen Beitrag zur Biologie von *Chenopodium album*, sie kennzeichnet die Bedeutung der Pflanze als landwirtschaftliches Unkraut.

Chen. album ist ein einjähriges Allerweltsunkraut. Die weite Verbreitung ist in der großen Anpassungsfähigkeit an Klima und Bodenverhältnisse und in dem fast unerschöpflichen Formenreichtum der Pflanze begründet.

Die bestehenden Einteilungen der Formen müssen noch als sehr unvollkommen bezeichnet werden. Unterschiede in der Vegetationsdauer der Pflanzen ließen es angebracht erscheinen, nach diesem Gesichtspunkt eine Einteilung der Formen vorzunehmen und zu unterscheiden zwischen frühen, mittelfrühen und späten Formen.

Der Keimungsbiologie wurde besondere Beachtung geschenkt und des näheren untersucht der Einfluß der Hartschaligkeit, der Keimreife, der Lagerung, der Temperatur, des Lichtes, des Mediums, der Tiefenlage, des Alters und von Salzlösungen auf die Keimung der Samen.

Chen. album ist durch eine verhältnismäßig späte Keimung im Frühjahr und durch eine langsame Jugendentwicklung aus-

gezeichnet. Die Hauptblüte erfolgt in den Monaten Juli—August. Die Samenproduktion variiert sehr stark. Als Höchstzahl wurden bei einer üppig entwickelten Pflanze über 100000 Samen festgestellt.

Chen. album findet auf allen Böden ein Fortkommen, bevorzugt jedoch lockere Böden und ist zu den säurefeindlichen Pflanzen zu rechnen. Die Nährstoffansprüche sind als hoch zu bezeichnen. Besonders empfindlich ist die Pflanze gegen Kalimangel. Die frühzeitig und in sehr prägnanter Form auftretenden Kalimangelnekrosen können zur Beurteilung des Kaligehaltes der Böden herangezogen werden. . . Bezüglich der Wasseransprüche ist *Chen. album* sehr anpassungsfähig.

Der Schaden, der durch die Pflanze verursacht wird, besteht vornehmlich darin, daß unsere Kulturpflanzen durch das sich sehr üppig entwickelnde Unkraut in ihrem Wachstum stark beeinträchtigt werden. Nicht gering einzuschätzen sind des weiteren die Schäden, die dadurch entstehen, daß die Pflanze einer größeren Anzahl von tierischen Schädlingen der Kulturpflanzen als Wirtspflanze dient.

Die Hauptaufgabe der Bekämpfung besteht in der rechtzeitigen Vernichtung der Pflanze auf dem Felde, damit keine neue Ansamung erfolgt. Chemische Mittel erweisen sich infolge der Widerstandsfähigkeit der Pflanze als unwirksam. Unter den mechanischen Maßnahmen ist vor allem frühzeitiges Eggen zu empfehlen. Hackmaschinen, Hack- und Häufelpflüge leisten weiterhin gute Dienste. Unbedingt erforderlich ist ein sorgfältiges Nachjäten.

Eine wesentliche Einschränkung der Verunkrautung ist durch alle Maßnahmen, welche das Wachstum der Kulturpflanzen günstig beeinflussen, durch Förderung der Bodengare sowie durch den Anbau solcher Früchte bzw. Sorten der einzelnen Früchte, die durch eine frühe und rasche Entwicklung ausgezeichnet sind, die frühzeitig eine Beschattung herbeiführen, zu erreichen.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird sich häufig eine restlose Bekämpfung auf dem Felde nicht durchführen lassen. Es ist deshalb für eine gute Reinigung des Saatgutes, für eine Vernichtung der Samen in den Abfällen und für eine gute Stallmist- und Kompostpflege Sorge zu tragen.

Nur eine sorgfältige Durchführung der Bekämpfung wird das Auftreten des weißen Gänsefußes einschränken, die beträchtlichen Schäden, die sonst alljährlich und in verstärktem Maße in Erscheinung treten, mindern und schließlich gänzlich verhüten.

Literaturverzeichnis.

1. Ascherson, P. und Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Bd. 5, Abt. I. Leipzig 1919, S. 1 ff.
2. Baar, H., Über den Einfluß des Lichtes auf die Samenkeimung und seine Abhängigkeit von anderen Faktoren. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-Naturw. Klasse, Bd. 71, Abt. 1, 1912.
3. —, Zur Anatomie und Keimungsphysiologie heteromorpher Samen von *Chenopodium album* und *Atriplex nitens*. Sitzungsberichte, Bd. 72, Abt. 1, 1913.
4. Bornemann, F., Die wichtigsten landw. Unkräuter, ihre Lebensgeschichte und Methoden ihrer Bekämpfung. Berlin 1910.
5. Brouwer, Landw. Samenkunde. Neudamm 1927.
6. Cohn, Fr., Beiträge zur Kenntnis der Chenopodiaceen. Flora, Neue Folge, Bd. 6, 1914.
7. Danger, L., Unkräuter und pflanzliche Schmarotzer. Hannover 1887, S. 102.
8. Drude, Deutschlands Pflanzengeographie 1. Teil. Stuttgart 1896. S. 233.
9. Duysen, Fr., Unkräuter. Bücherei für Landwirte. Berlin und Leipzig 1925. S. 35.
10. Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Teil 3, 1. Hälfte. Leipzig 1894, S. 37 ff.
11. Frank, Beiträge zur Bekämpfung des Unkrautes durch Metallsalze. Arb. d. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtschaft 1900, Heft 2, S. 129 ff.
12. Fruwirth, C., Die Ackerwinde. Arb. d. D. L. G., Heft 268, S. 28.
13. —, Die Kornblume. Arb. d. D. L. G., Heft 240, S. 119.
14. —, Unkrautbekämpfung. Handbuch der Landwirtschaft, Bd. 2. Berlin 1928.
15. Garcke, Illustrierte Flora von Deutschland. Berlin 1912, S. 254.
16. Gaßner, G., Die Feststellung der Schädigung des Saatgutes durch Beizmittel. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 1926, 36. Band, S. 29.
17. Gelbke, W., Beiträge zur Unkrautbekämpfung durch Metallsalze, insbesondere durch Schwefelsäure. Hannover 1914.
18. Harz, C., Landwirtschaftliche Samenkunde. Bd. 2, 1885.
19. Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. 3. München 1925, S. 218 ff.
20. Hellwig, Fr., Über den Ursprung der Ackerunkräuter und der Ruderalflora in Deutschland. Englers Bot. Jahrbuch, Bd. 7, 1886, S. 360 ff.
21. Karsten, H., Deutsche Flora. Berlin 1880—83, S. 515.
22. Kempfski, E., Über endozoische Samenverbreitung und speziell die Verbreitung von Unkräutern auf dem Wege des Darmkanals. Diss. Rostock 1906.
23. Kirchner, O. v., Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landw. Kulturpflanzen. 1923.
24. —, Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landw. Kulturpflanzen, Serie III. 1927, Tafel 13.
25. Klein, L., Unsere Unkräuter. Heidelberg 1926.
26. Kling, Über die chemische Zusammensetzung einiger Unkräuter sowie deren Wert als Futter- und Düngemittel. Landw. Vers.-Station, Bd. 85, S. 464.
27. Korsmo, E., Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. Nach den norwegischen Manuskripte des Verfassers herausgegeben von Dr. H. W. Wollenweber. Berlin 1930.

28. Krafft-Fruwirth, Die Pflanzenbaulehre. Berlin 1927, S. 183.
29. Krug, H., Beiträge zur Keimungsphysiologie und Bekämpfung von Samenkräutern. Bot. Archiv, Bd. 27, 1929.
30. Lambrecht, P., Die Unkrautbekämpfung auf dem bepflanzten Kartoffelacker. Illustr. landw. Zeitung 1911.
31. Leobe, W., Die Unkräuter des Feldes und Landes aus der landw. Flora Deutschlands. 2. Aufl. Leipzig.
32. Lindemuth, Ein Beitrag zur Biologie von *Vicia hirsuta*. Besondere Bedeutung als landwirtschaftliches Unkraut. Diss. Berlin 1923.
33. Mische, H., Taschenbuch der Botanik, I. und II. Teil. Leipzig 1922.
34. Müller, H., Untersuchungen über das Verfüttern von Unkrautsamen und ihr Verbreiten auf dem Wege des Darmkanals insbesondere durch das Geflügel und die daraus sich ergebenden betriebswirtschaftlichen Maßnahmen. Diss. Leipzig 1925.
35. Nobbe, Fr., Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.
36. Opitz, K., Der Kartoffelbau. Handbuch d. Landwirtschaft, Bd. 3. Berlin 1928.
37. Pritzel und Jessen, Die deutschen Volksnamen der Pflanzen. Leipzig 1882.
38. Ratzburg, Die Standortsgewächse Deutschlands und der Schweiz. Berlin 1859.
39. v. Rümker, Die Unkrautverteilung. Tagesfragen aus dem modernen Ackerbau 1923, Heft 9. Berlin.
40. Rusche, A., Beeinflussung der Keimfähigkeit verschiedener Kulturpflanzen durch Salzdüngung. Journal für Landwirtschaft, Bd. 60. 1912.
41. Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrbücher. Berlin 1928, S. 314.
42. Thaer-Appel, Die landw. Unkräuter. Berlin 1927, S. 35.
43. Thomé, Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Bd. 2. 2. Aufl. 1904, S. 64.
44. Tobler, Der Flachs als Faser- und Ölpflanze. 1928.
45. Wagner, Illustrierte deutsche Flora. 1882, S. 633.
46. Warming-Graebner, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1928.
47. Wehsarg, O., Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland. Arb. d. D. L. G., Heft 294, 1918.
48. —, Das Unkraut im Ackerboden. Arb. d. D. L. G., Heft 226, 1912.
49. Wittmack, Landw. Samenkunde. Berlin 1922.

Beiträge zur Kenntnis des Holzes als Werkstoff.

Von

W. Schwartz und H. Kretzdorn.

(Aus dem Botanischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe.)

(Mit 8 Abbildungen.)

I. Untersuchungen über die Struktur und Quellung von Okumé- und Birkenfurnieren.

Holz spielt als Rohstoff in den verschiedensten Industriezweigen eine große Rolle. Während man sich früher damit begnügte, das Holz zu verarbeiten, so wie die Natur es darbot, bemüht man sich jetzt, es zu veredeln, d. h. seine unerwünschten Eigenschaften nach Möglichkeit zu beseitigen. Vor allem ist die Empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeitsschwankungen störend, die sich im „Arbeiten“ des Holzes, in einem abwechselnden Schwinden und Quellen zeigt. Die Kenntnis der Vorgänge beim Arbeiten des Holzes ist in letzter Zeit vor allem durch Untersuchungen des American Forest Products Laboratory gefördert worden.

Unsere Untersuchungen erstrecken sich auf Schäl furniere, in deren Verwendung zahlreiche neue Möglichkeiten zu liegen scheinen, da Holz, das in so dünnen Schichten verarbeitet wird, wie sie bei den Schäl furnieren vorliegen, einer Verbesserung seiner Eigenschaften durch eine geeignete Vorbehandlung oder durch Absperren besonders leicht zugänglich ist.

Die Herstellung der Schäl furniere geschieht so, daß die Holzstämme in den Schäl maschinen von einem scharfen, unter einem bestimmten Winkel eingestellten Messer zu Folien geschält werden, wobei der horizontal eingespannte Stamm um seine Längsachse rotiert. Druckleisten, die das Holz kurz vor dem Angriff des Messers zusammendrücken, tragen mit dazu bei, daß ein brauchbares Furnier entsteht.

Unsere Untersuchungen über Struktur und Quellung solcher Folien wurden vorgenommen an zwei für die Sperrholzindustrie wichtigen Holzarten, an Birkenholz und an Okuméholz, auch Gabunholz¹⁾ genannt (Holz von *Aucoumoea Klaineana* Pierre). Schäl-

¹⁾ Diese Bezeichnung ist nicht eindeutig, da sie auch für das Holz anderer aus dem Gabun-Gebiet stammender Baumarten angewandt wird.

folien beider Hölzer von 0,1 bis 0,5 mm Stärke wurden uns von der Kölner Sperrholzindustrie (vormals Forssman-Holzblech G. m. b. H.) zur Verfügung gestellt¹⁾. Hierfür sowie für die weitgehende Unterstützung unserer Untersuchungen möchten wir auch an dieser Stelle Herrn Direktor Hoitz unseren Dank aussprechen.

1. In beiden Hölzern findet man nach steigenden Mengen geordnet, Leitparenchym, Markstrahlparenchym, Tracheen und Tracheiden und Holzfasern.

Die Größe der einzelnen Zellelemente geht aus Tabelle I hervor.

14 Tabelle I.

Größenverhältnisse der wichtigsten Zellsorten von Okumé und Birke.

(Durchschnittswerte aus etwa je 100 Messungen.)

	Okumé		Birke	
	Durchmesser	Länge	Durchmesser	Länge
Tracheen	0,14 mm	ca. 0,5 bis 200 mm	0,06 mm	ca. 0,8 mm und mehr
Sklerenchymfasern . .	0,02 "	0,6 "	0,016 "	0,2 mm
Markstrahlparenchym- zellen	0,02 "	0,1 "	0,006 "	0,02 "

Die Tracheen des Okuméholzes fallen durch ihre große Weite besonders auf. Sie übersteigt im Mittel die Stärke der dünnsten untersuchten Holzfolien von 0,1 mm Dicke, so daß hier ein Teil der Tracheen beiderseitig angeschnitten ist. Die Feststellung der Länge der Tracheen des Okuméholzes, gemessen von einer nicht aufgelösten bis zur nächsten nicht aufgelösten Querwand stößt auf Schwierigkeiten; neben Tracheenabschnitten von 0,2 mm Länge kommen auch solche von einigen Dezimetern Länge vor.

Der prozentuale Anteil der einzelnen Zellgruppen am Gesamtvolumen des Holzes wurde auf folgende Weise ermittelt: Mit Hilfe eines Abbeschen Zeichenapparates wurden bei gleicher Vergrößerung je 10 gleich große Zeichnungen von Querschnitten und tangentialen Längsschnitten aus verschiedenen Lagen des Holzes auf guten Zeichenkarton entworfen. Aus den Zeichnungen

¹⁾ In stark gekürzter Form haben wir über Ergebnisse unserer Untersuchungen in der Zeitschrift „Sperrholzindustrie“ 2. 1930 berichtet, deren Schriftleitung uns in freundlicher Weise einige Druckstöcke zur Verfügung gestellt hat.

wurden die einzelnen Zellsorten sorgfältig herausgeschnitten, sortiert und gewogen. Auf dem Wege über das Papiergewicht erhielt man dann zunächst den Flächenanteil für jede Zellsorte, und unter Hinzunahme der 3. Dimension das Teilvolumen, und zwar für Tracheen und Tracheiden, Holzparenchym und Leitparenchym aus ihrer Querschnittsfläche und der Höhe und für die Markstrahlen aus ihrem Flächenanteil im tangentialen Längsschnitt und der Tiefe des gedachten Holzvolumens.

Die Richtigkeit dieser zunächst etwas unsicher erscheinenden Methode kontrolliert sich selbst, da die Teilvolumina der einzelnen Zellsorten zusammen das Gesamtvolumen des aus den Schnitten ergänzten Holzkörpers ergeben müssen. In der Tat wurde eine Übereinstimmung bis auf 4% erzielt, so daß ein genügend genauer Überblick aus den in Tabelle II zusammengefaßten Werten gewonnen wird. Am wenigsten gesichert erscheinen die Werte des Holzparenchyms, da es zahlenmäßig außerordentlich stark zurücktritt. Bei Okumé haben wir auf seine Volumenbestimmung verzichtet.

Tabelle II.
Raumanteile der einzelnen Zellsorten
am Holzvolumen.

	Okumé	Birke
Sklerenchymfasern . .	66 %	68 %
Tracheen u. Tracheiden	18 %	20 %
Markstrahlparenchym .	16 %	12 %
Holzparenchym . . .	—	0,1 %

Für die Beurteilung der Quellung schien die Feststellung des Verhältnisses von Lumen und Zellwand bei Gefäßen und Holzfasern wichtig zu sein. Mit Hilfe der oben angeführten Methode wurden auch dafür Anhaltspunkte gewonnen (Tabelle III).

Tabelle III.
Raumverhältnis zwischen Zellhohlraum
und Zellwand.

	Okumé	Birke
Tracheen u. Tracheiden	1 : 0,155	1 : 0,308
Sklerenchymfasern . .	1 : 2,06	1 : 3,24

Danach beträgt das Volumen der Gefäßwandung im Durchschnitt bei Okumé etwa $\frac{1}{6}$, bei Birke dagegen etwa $\frac{1}{3}$ des Hohlraumes. Bei den Sklerenchymfasern ist das Wandvolumen wesentlich größer als der Hohlraum und zwar bei Okumé etwa doppelt, bei Birke etwa dreimal so groß.

2. Der Schälprozeß ist für das Gewebe des Holzes selbst in den Teilen, die nicht unmittelbar vom Schälmesser zerstört werden, mit einer starken mechanischen Beanspruchung verbunden.

Es könnte vermutet werden, daß durch das Schälen die Zellen größtenteils geöffnet oder zerrissen werden, oder daß eine völlige Veränderung der natürlichen Struktur des Holzes eintritt. Das mikroskopische Bild zeigt jedoch von vornherein, daß eine so weitgehende Beeinflussung nicht stattfindet¹⁾. Die vom Messer getroffenen Zellen sind natürlich geöffnet (Abb. 1a), die angrenzenden Zellen gelegentlich aufgerissen. In der Tiefe der Folien zeigt sich dagegen eine klare unveränderte Struktur, die nur lokal durch Risse beeinträchtigt ist (Abb. 1b). Die Risse setzen vorzugsweise an Tracheen an, die wegen der weiten Lumina und der dünnen Wände der mechanischen Beanspruchung geringen Widerstand leisten. Manche dieser Risse durchsetzen die ganze Folie (Abb. 1c), und fallen bereits bei der Betrachtung mit bloßem Auge auf. Aus dem lokalen Auftreten derartig grober Veränderungen dürfen natürlich noch keinerlei Schlüsse auf eine Umwandlung der eigentlichen mikroskopischen Struktur des Holzes oder auf eine mechanische Öffnung sämtlicher Zellen durch den Schälprozeß gezogen werden, wie sie z. B. in den deutschen Patentschriften Nr. 465 755, 481 625, 407 526 angenommen wird, die sich auf die Herstellung von Schälfolien („Forssmann-Schälfolien“) beziehen.

Zur genaueren Untersuchung dieser Frage benutzten wir drei Methoden: Einmal die Feststellung des Anteils der durch das Schälen geöffneten Zellen durch Auszählen unter dem Mikroskop. Ferner die Infiltrierung der Folien mit Farblösungen. Einwandfrei ließen sich jedoch geöffnete und nicht geöffnete Zellen nur durch die dritte Methode unterscheiden, bei der Stoffe, wie z. B. Bakelit, in das Holz eingeführt werden, die wohl in aufgeschnittene oder aufgerissene Hohlräume eindringen, jedoch durch unverletzte Zellwände am weiteren Vordringen gehindert werden.

a) Zunächst wurde an zahlreichen Querschnitten durch die Folien die Gesamtzahl und die Zahl der unverletzten Gefäße,

¹⁾ Vgl. auch Gernegroß und Heidrich, Sperrholz 1, 1930.

Holzfasern und Markstrahlzellen festgestellt. Zur Vermeidung von Zählfehlern wählten wir für die Auszählung der Holzfasern solche Partien der Querschnitte, die von zwei Markstrahlen begrenzt waren. Die Zahlen dienten zur Berechnung der geöffneten, angeschnittenen

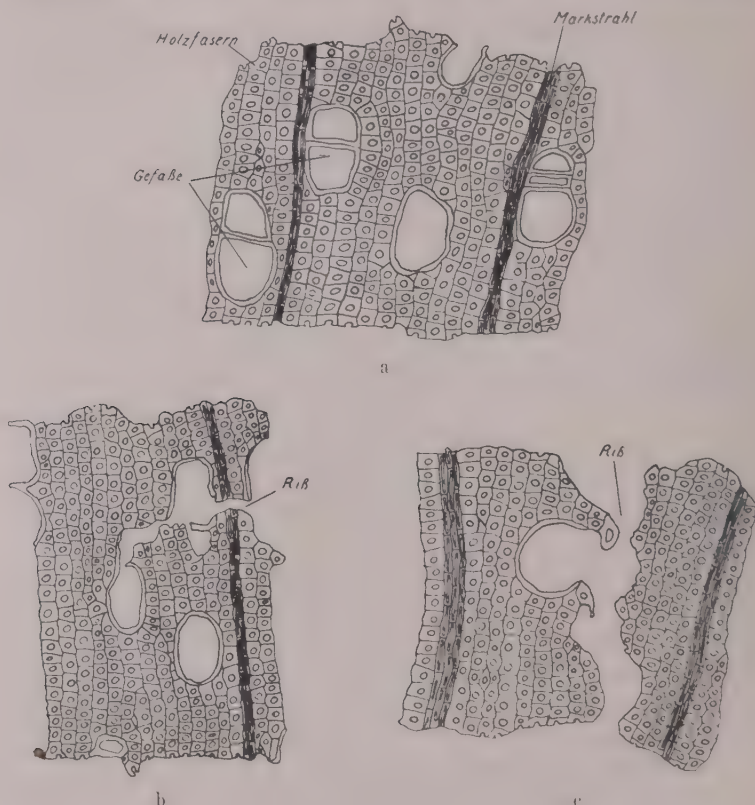


Abb. 1 a, b, c. Querschnitte durch 0,5 mm Birkenholzfolien. b und c mit Rißbildungen.

oder aufgerissenen Zellen (Tabellen IV, V, VI). Holzparenchym wurde bei diesen Zählungen nicht berücksichtigt, da es an Menge sehr zurücktritt.

Für sämtliche Zellsorten nimmt der Anteil der geöffneten Zellen mit zunehmender Dicke der Folien stark ab. Selbst bei den dünnsten, wirtschaftlich noch nicht verwertbaren Folien von 0,1 mm Stärke waren nach dieser Methode bei Birke und Okumé in der Gesamtheit nur je 27% der Zellen als geöffnet zu erkennen.

Tabelle IV.

Verhältnis der geöffneten zu den geschlossenen Tracheen.

	Foliendicke	Gesamtzahl	unverletzt	geöffnet
Okumé	0,1 mm	5	0	5 = 100 %
	0,2 "	19	2	17 = 89 %
	0,3 "	14	4	10 = 71 %
	0,5 "	24	13	11 = 46 %
Birke	0,1 mm	11	0	11 = 100 %
	0,2 "	20	2	18 = 90 %
	0,3 "	20	9	11 = 55 %
	0,5 "	10	5	5 = 50 %

Tabelle V.

Verhältnis der geöffneten zu den geschlossenen Sklerenchymfasern.

	Foliendicke	Gesamtzahl	unverletzt	geöffnet
Okumé	0,1 mm	577	451	126 = 22 %
	0,2 "	537	438	99 = 18 %
	0,3 "	455	413	42 = 9 %
	0,5 "	555	510	54 = 8 %
Birke	0,1 mm	650	490	160 = 25 %
	0,2 "	1121	935	186 = 17 %
	0,3 "	713	628	85 = 12 %
	0,5 "	539	503	36 = 7 %

Tabelle VI.

Verhältnis der geöffneten zu den geschlossenen Markstrahlparenchymzellen.

	Foliendicke	Gesamtzahl	unverletzt	geöffnet
Okumé	0,1 mm	36	0	36 = 100 %
	0,2 mm	63	27	36 = 57 %
	0,3 "	76	43	33 = 43 %
	0,5 "	143	102	41 = 29 %
Birke	0,1 mm	19	13	6 = 32 %
	0,2 "	26	22	4 = 15 %
	0,3 "	58	52	6 = 10 %
	0,5 "	32	30	2 = 6 %

b) Bei der Verwendung von Farblösungen zur Feststellung geöffneter Zellelemente machte die Wahl des Farbstoffs gewisse Schwierigkeiten. Geeignet sind nur solche Farbstofflösungen, die fast ausschließlich in den Lumina wandern, dagegen die Zellwände nur soweit anfärben, als sie geöffneten Zellhohlräumen benachbart sind. Untersuchungen wurden angestellt mit Lösungen von Kaliumpermanganat, Ferrichlorid mit Nachbehandlung durch Ferrocyankalium oder Tannin. Kongorot, Methylenblau und Eosin. Vorversuche mit Filtrierpapier hatten gezeigt, daß die Ausbreitung des ausgewählten Farbstoffs im Filtrierpapier außerordentlich verschieden ist und in folgender Reihenfolge ansteigt: Kaliumpermanganat (Papier mit Tannin vorbehandelt) < Methylenblau < Kongorot < Kaliumpermanganat < Eosin. Auch beim Eindringen in Holz sind solche Unterschiede vorhanden. Einzelne Farbstoffe, wie Methylenblau, vermögen nur wenig in die Zellwandungen einzudringen, während Eosin völlig diffundiert. Das Verhalten des letzteren könnte zu dem falschen, allen anderen Beobachtungen widersprechenden Schluß verleiten, daß die Zellen sämtlich geöffnet sind.

Es wurde daher zur Feststellung der Verhältnisse in den Holzfolien besonders Methylenblau verwandt. Die Infiltrierung der Holzfolien erfolgt durch Einlegen derselben in Gläschen mit Farblösung, die in einem Exsikkator standen und darin 1—2 Stunden bis auf 12 mm Quecksilbersäule evakuiert wurden. In der einen Reihe von Versuchen lagen die Folienstückchen frei in der Farblösung, in der anderen wurden sämtliche Ränder in Paraffin getaucht und etwa 5 mm breit abgedichtet, so daß also die Infiltrierung nur von den beiden Tangentialseiten her erfolgte.

Das Eindringen der Methylenblaulösung wurde unter dem Mikroskop gemessen (Tabelle VII). Sind die Folien in der oben erwähnten Weise abgedichtet, so erfolgt die Infiltrierung nur von den Tangentialflächen aus, und wir erhalten etwa die Zahlen der Reihe 1 in Tabelle VII.

Fertigt man vom Rand der Folien her eine Reihe von Querschnitten an, so hat man je nach der Entfernung des Schnittes vom Rand alle Stadien von der vollkommenen Durchfärbung bis zur Beschränkung der Färbung auf die Randzellen und auf einzelne vermutlich an Risse angrenzende Zellinseln im Inneren der Folie vor sich. Die Farblösung dringt also von außen her zuerst in alle angeschnittenen Zellen ein. Dann trifft sie auf unverletzte, allseitig geschlossene Zellen und wird sofort in ihrem weiteren Vordringen gehemmt.

Tabelle VII.

Behandlung einer 0,5 mm Birkenholzfolie mit Methylenblaulösung bei 12 mm Unterdruck.

(Die Zahlen geben die Breite des gefärbten Bereiches an. Sie sind Mittelwerte aus 10–20 Messungen von unverletzten Stellen der Folien.)

Eindringen	Einwirkungsdauer			
	2 Std.	3 Std.	6 Std.	3 Std. nach vorherigem 1stündigen Trocknen bei 120° C.
vom tangentialen Längs- schnitt aus	0,04	0,12	0,13	0,11 mm
vom radialen Längs- schnitt aus	0,07	0,17	0,17	0,10 "
vom Querschnitt aus .	0,10	0,32	0,32	0,30 "

Gegen beide Methoden kann man Einwände erheben. Beim Auszählen werden nur Zellen, die an der Oberfläche liegen oder an Risse grenzen als geöffnet erkannt. Schief verlaufende Zellen (besonders Holzfasern), die in einer anderen Ebene beim Schälen angeschnitten sind, oder solche, die außerhalb des geprüften Querschnittes an Risse grenzen, erschienen als geschlossene Zellen. Ein Ausgleich dadurch, daß man eine größere Anzahl von Präparaten durchsucht, ist nicht möglich. Bei der Verwendung von Farblösungen macht zuweilen die Unterscheidung von angefärbt und farblos Schwierigkeiten, wodurch ebenfalls Fehler entstehen können.

c) Gegen die dritte Methode, die Behandlung der Folien mit einem Harz oder Zellulose-Ester, lassen sich bei sorgfältigem Arbeiten diese Einwände nicht erheben. Wir legten die Folien einige Stunden in alkoholische Bakelitlösung. Dabei dringt Bakelit in die aufgeschnittenen oder aufgerissenen Zellen ein, während

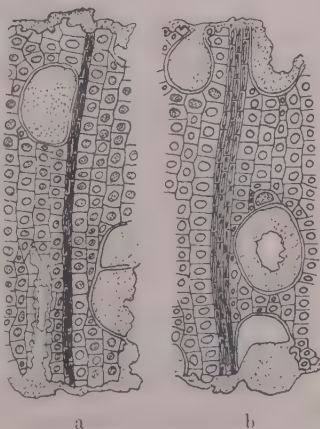


Abb. 2a und b. Querschnitte durch 0,5 mm Birkenholzfolien mit Bakelit behandelt. a direkt an der Oberfläche geschnitten, b etwa 0,2 mm von der Oberfläche entfernt.

unverletzte Zellwände ihm den Weg versperren. Fertigt man nach dem Trocknen von solchen imprägnierten Folien von der Oberfläche beginnend wieder eine Reihe von aufeinanderfolgenden Querschnitten an, so erhält man je nach der Entfernung des Schnittes von der Oberfläche verschiedene Bilder. In Abbildung 2a, die einen Schnitt darstellt, der unmittelbar von der Hirnfläche entstammt, sind nahezu alle Hohlräume ausgefüllt. In Abbildung 2b, die einen Schnitt etwa 0,2 mm unter dem vorigen wiedergibt, beschränkt sich die Ausfüllung auf die geöffneten Randzellen, ein Teil der Gefäße und diejenigen Holzfasern, die im Bild unverletzt erscheinen, jedoch an einer anderen Stelle ihres Zellkörpers angerissen oder geöffnet sind.

Zur Kontrolle der mit Methode a erhaltenen Werte haben wir Auszählungen der Tracheen und Holzfasern an 0,2 und 0,5 mm Folien vorgenommen (Tab. VIIa und b). Vergleicht man die Ergebnisse mit den entsprechenden Zahlen der Tab. IV und V, so ist vor allem das verschiedene Verhalten der Sklerenchymfasern der beiden Hölzer auffällig. Während bei Okumé die Zahlenunterschiede zwischen beiden Methoden gering sind und wohl noch innerhalb der Fehlergrenzen liegen, ist bei Birke, besonders bei den stärksten

Tabelle VIIa.

Verhältnis der geöffneten (mit Bakelit gefüllten)
zu den geschlossenen Tracheen.

	Stärke der Folien	Gesamtzahl	Unverletzt	Geöffnet
Okumé	0,2 mm	5	0	5 = 100 %
	0,5 "	70	40	30 = 43 %
Birke	0,2 "	6	0	6 = 100 %
	0,5 "	220	130	90 = 41 %

Tabelle VIIb.

Verhältnis der geöffneten (mit Bakelit gefüllten) zu den
geschlossenen Sklerenchymfasern.

	Stärke der Folien	Gesamtzahl	Unverletzt	Geöffnet
Okumé	0,2 mm	949	833	116 = 12,2 %
	0,5 "	1453	1363	90 = 6,2 %
Birke	0,2 "	593	451	142 = 23,9 %
	0,5 "	1557	1228	329 = 21,1 %

Folien, die Abweichung mit 21,1 % gegen 7 % erheblich. Offenbar sind die dickeren Birkenfasern spröder als die Okuméfasern, so daß bei der mechanischen Beanspruchung durch den Schälprozeß eine große Zahl von Fasern im Inneren der Folien trotz der bei Birke geringeren Länge der Fasern brüchig wird und daher die Bakelitlösung aufnimmt. Auf die Unterschiede im Verhalten der Tracheen möchten wir keinen großen Wert legen, da das vorliegende Zahlenmaterial noch verhältnismäßig klein ist und zu weitergehenden Schlüssen noch nicht genügend gesichert erscheint.

3. Bei der Aufnahme von Wasser durch das Holz hat man sich vorzustellen, daß die kleinsten Teilchen der Zellwand-Lamellen, die

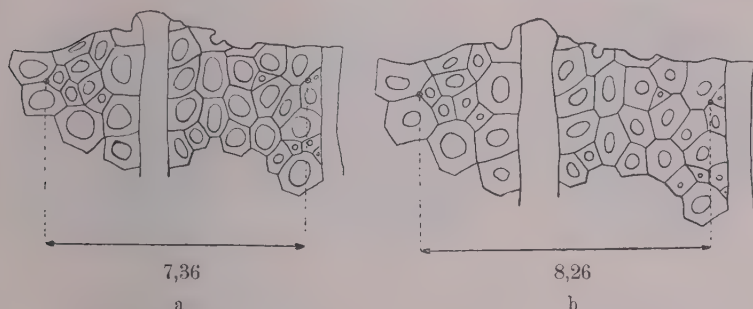


Abb. 3 a, b. Quellung von Folienquerschnitten, gezeichnet in trockenem (a) und feuchtem Zustand (b).

Mizellen, durch Einlagerung von Feuchtigkeit auseinandergetrieben werden: Das Holz quillt. Im umgekehrten Fall legen sich die Mizellen enger zusammen: Das Holz schwindet. Die Feststellung dieser Erscheinung kann im mikroskopischen Bild durch Messung verfolgt werden oder man kann gewichtsanalytisch die Wasseraufnahme bestimmen oder schließlich mit dem Mikrometer die Veränderung von Folienstücken messen.

a) Unsere Versuche erstreckten sich zunächst auf nicht imprägnierte Folien. Geeignete Stellen von dünnen Querschnitten wurden nach dem Trocknen der Schnitte mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates gezeichnet. Die gleichen Präparate wurden dann angefeuchtet oder zur Quellung in kleinen, feuchten Kammern wasserdampfgesättigter Luft ausgesetzt.

Vergleicht man dieselben Gewebestellen am trockenen und am gequollenen Schnitt (Abb. 3, a und b), so erkennt man besonders

deutlich bei den Holzfasern die Ausdehnung der Wände durch die Wasser-Einlagerung. Sie tritt allerdings nicht vollständig in einer Flächenzunahme des ganzen Gewebes in Erscheinung, da ein Teil der Ausdehnung von den Zellhohlräumen aufgenommen wird, die am gequollenen Präparat in den meisten Fällen deutlich kleiner sind als am trockenen. Aus den Abbildungen geht außerdem hervor, daß auch die Markstrahlen bei der Quellung beteiligt sind. Die Größenzunahme erstreckt sich besonders auf die Querrichtung.

Das Holzparenchym, das ja schon zahlenmäßig außerordentlich zurücktritt, spielt bei der Quellung keine wesentliche Rolle. Untersuchungen mit gefäßhaltigen Schnitten haben ergeben, daß Tracheen

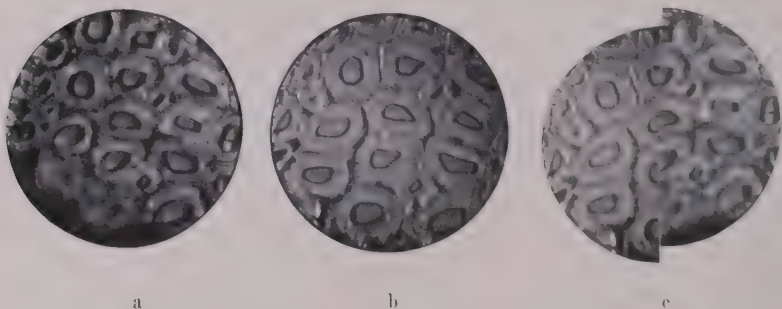


Abb. 4 a, b, c. Quellung nicht behandelter Folien; a trocken, b feucht, c Vergleichsbild je einer rechten und linken Bildhälfte der Abb. 4 a und b (Mikrophotogramme).

und Tracheiden offenbar wegen ihres geringen Wandvolumens aktiv an der Quellung nur unbedeutend beteiligt sind, dagegen passiv durch die Quellung der Holzfasern, in die sie eingebettet sind, erweitert werden.

Die Mikrophotogramme der Abb. 4 geben ebenfalls einen Einblick in die Quellungs-Erscheinungen.

Die Veränderungen der Feuchtigkeit im Holz in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft sind wiederholt untersucht worden¹⁾. Wir haben für Birke und Okumé nochmals die Gewichtsänderung in verschieden feuchter Luft verfolgt.

Die Folienstücke wurden vor Versuchsbeginn bei 110° C getrocknet und im Schwefelsäure-Exsikkator aufbewahrt.

¹⁾ Vgl. Warlimont, Das künstliche Holz trocknen. Berlin, 1929.

Die Probierstücke hingen in Reihenversuchen in kleinen Glasgefäßen über Kochsalzlösungen von verschiedener Konzentration.

Der Konzentration jeder Salzlösung entspricht eine bestimmte relative Dampfspannung im Luftraum (Tab. IX), der sich das Holz allmählich angleicht.

Die Hauptquellung spielt sich bereits in den ersten zwei Tagen ab. Die endgültige Feststellung der Wasseraufnahme erfolgte 5 Tage nach Versuchsbeginn.

Tabelle IX.

Salzlösungen, die zur Erzielung der verschiedenen Luftfeuchtigkeiten dienen.

	CaCl ₂ - Lösung gesättigt	Ca(NO ₃) ₂ - Lösung gesättigt	NaCl							dest. Wasser
			ge- sättigte Lösung	23,4 %	19,5 %	14,3 %	11 %	7,5 %	4,3 %	
Relative Dampf- spannung	35 %	55 %	75 %	80 %	85 %	90 %	92½ %	95 %	97½ %	100 %

Die Ergebnisse sind in Abb. 5 graphisch dargestellt. Zum Vergleich wurden auch die Kurven von handgeschnittenem Birken- und Okumeholz aufgenommen, das in gleicher Weise vorgetrocknet war. Der Kurvenverlauf ist derselbe. Auch hier werden die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen bestätigt, daß durch den Schälprozeß allein das Holz in wesentlichen Eigenschaften unverändert bleibt. — Wieweit etwa feinste mechanische Veränderungen im Aufbau der Zellwände durch den Schälprozeß hervorgerufen sein könnten, haben wir nicht untersucht.

b) Es fragt sich nun, ob durch „Imprägnierung“ mit einem wasserabweisenden Mittel die Quellung der Schälfolien verhindert werden kann. Wir benutzten für die Versuche Bakelit in alkoholischer Lösung. Um eine Imprägnierung im eigentlichen Sinn handelt es sich dabei allerdings nicht, da die Bakeliteinlagerung nur in die geöffneten Zellhohlräume erfolgt, die Zellwände dagegen frei bleiben — während unter „Imprägnierung“ nur die Einlagerung von Stoffen in die Zellwand verstanden werden sollte. Wir werden in einer späteren Mitteilung zeigen, wie durch wirkliche Imprägnierungsmittel die Quellung beeinflußt wird.

Die Bakelitbehandlung erfolgte entweder durch Einlegen der Folienstücke in eine alkoholische Lösung oder durch Bestreichen der Ober- und Unterseite der Folie. Beim Einhängen in einen wasserdampfgesättigten Raum konnte festgestellt werden, daß auch hier eine Feuchtigkeitsaufnahme eintritt, wenn sie auch langsamer erfolgt als bei unbehandelten Folien (Tab. X). Auch hier kann man eine Quellungskurve (Abb. 5) konstruieren, die sich nur durch ihren flacheren Verlauf von den Kurven unbehandelter Folien unterscheidet.

Es ist zunächst unverständlich, wie ein allseitig von Bakelit umkleidetes Folienstück überhaupt noch quellen kann. Aufschluß gibt auch hier die mikroskopische Untersuchung. Färbt man ein

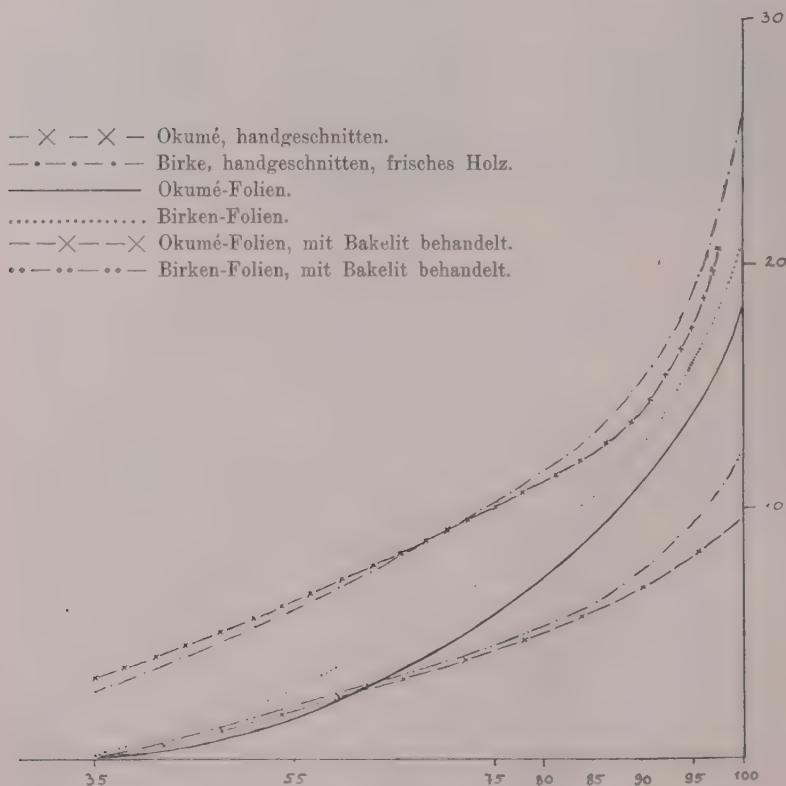


Abb. 5. Graphische Darstellung der Feuchtigkeitsaufnahme nicht behandelter, handgeschnittener und mit Bakelit behandelter Okumé- und Birkenholzfolien bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit.

Tabelle X.

Gewichtszunahme von Furnierfolien in wasserdampf-gesättigter Luft, ausgedrückt in % des Trockengewichts.

	Nicht behandelt nach 1 Tag %	Ober- und Unterseite der Folie bestrichen ¹⁾		Allseitig mit Bakelit umhüllt ¹⁾	
		nach 2 Tagen %	nach 8 Tagen %	nach 2 Tagen %	nach 8 Tagen %
Okumé	21,2	10,7	11,4	12,3	14,1
Birke	27,7	13,5	17,2	15,2	17,2

solches Folienstück durch Einlegen in eine wässrige Methylenblaulösung, so zeigt sich an Querschnitten (Abb. 6) an einzelnen Stellen, daß die Methylenblaulösung in die Zellwände eingedrungen ist und sie angefärbt hat. An den betreffenden Stellen wies offenbar die Bakelitumkleidung auf der Oberfläche kleine Unterbrechungen auf, so daß hier bei den Versuchen im dampfgesättigten Raum auch die Feuchtigkeit der umgebenden Luft auf die Holzzellen einwirken konnte.

Ist die Quellung an solchen Stellen erst in Gang gekommen, so wird vermutlich durch den Druck der sich allmählich dehnenden Folie das Bakelit-häutchen auch an anderen Stellen undicht werden. Damit hängt es offenbar zusammen, daß bereits nach 8 tägigem Verweilen im dampfgesättigten Raum die Gewichtszunahme 14 – 17% beträgt. Ob schließlich bei genügend langer Versuchsdauer die Unterschiede gegenüber unbehandelten Folien ganz verschwinden, haben wir nicht untersucht.

Außerdem geht aus dem Eindringen wässriger Methylenblaulösung in die Zellwände der Folien noch hervor, daß die Bakelitlösung tatsächlich nur in die Zellhohlräume eingedrungen ist. Die Zellwände nehmen nach wie vor Wasser und im Wasser gelöste Farbstoffe auf.

¹⁾ Wie wir in der zweiten Mitteilung zeigen werden, erfahren diese Werte eine gewisse Korrektur, wenn man die Gewichtsveränderung der Folie durch die Bakelitbehandlung in Betracht zieht.

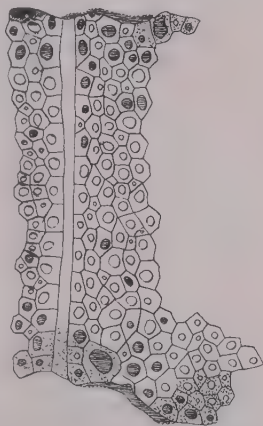


Abb. 6. Querschnitt durch eine mit Bakelit behandelte und nachher mit Methylenblaulösung angefärbte Birkenfolie. Schraffierte Flächen: Bakelit; punktierte Flächen: Methylenblau.

Wie bei nicht imprägnierten Folien läßt sich auch hier die Quellung an Zeichnungen (Abb. 7 a und b) und Photogrammen (Abb. 8 a, b und c) verfolgen. Besonders klar sind die Bilder von Hirnschnitten, bei denen sämtliche Zellhohlräume geöffnet und mit Bakelit gefüllt sind (Abb. 7).

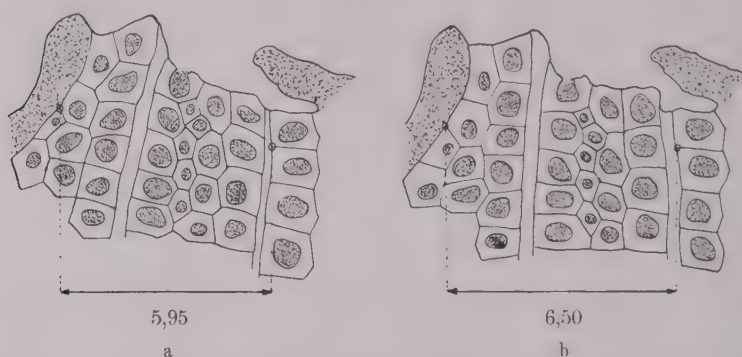


Abb. 7 a, b. Darstellung der Quellung von Querschnitten mit Bakelit behandelter Folien, gezeichnet in trockenem (a) und feuchtem (b) Zustand. Punktierte Flächen: Bakelit.



Abb. 8 a, b, c. Quellung von mit Bakelit behandelten Folien a trocken, b feucht, c Vergleichsbild je einer oberen und unteren Bildhälfte der Abbildungen 8 a und b (Mikrophotogramme).

Schließlich wurde auch das Verhalten von technisch hergestellten, gesperren, mit Bakelit imprägnierten Birkenholzplatten in feuchter Luft geprüft. Wie es nicht anders zu erwarten war, trat auch hier eine allmähliche Wasseraufnahme ein: sie betrug nach 2 Tagen:

bei einer 9 teiligen	2,2 mm starken	Platte	4,7%
" "	4 "	0,85 "	4,6%

Zusammenfassung.

1. Bei beiden untersuchten Hölzern (Okumé und Birke) bilden die Sklerenchymfasern mit 66 bzw. 68% den Hauptanteil am Volumen des Holzes; Tracheen und Tracheiden sind mit 18 bzw. 20%, Markstrahlparenchymzellen mit 16 bzw. 12% beteiligt. Der Volumenanteil am Holzparenchym ist verschwindend klein.

2. Bei den Gefäßen ist das Volumen des Zellhohlraumes 3—6 mal so groß wie das der Zellwandung, bei den Holzfasern dagegen überwiegt das Wandvolumen um das 2—3fache über das Volumen des Hohlraumes.

3. Durch den Schälvorgang bleibt die mikroskopische Struktur des Holzes im wesentlichen unverändert.

4. Die einwandfreie Unterscheidung zwischen geöffneten und geschlossenen Zellen in den Schälfolien ist nur durch Einführung von Bakelit oder ähnlichen Stoffen in die Lumina verletzter Zellen möglich, während Auszählung und Feststellung durch Anfärben unsichere Resultate liefern.

5. Die Quellungserscheinungen an Schälfolien sind die gleichen wie an gewöhnlichen mit der Hand hergestellten Holzfolien.

6. Das Wesen der Bakelitbehandlung liegt darin, daß geöffnete Zellbohräume mit Bakelit angefüllt und die Folien an ihrer Oberfläche mit einer feinen Bakelithaut überzogen werden. Dagegen findet eine Einlagerung von Bakelit in die Zellwände (Imprägnierung) nicht statt.

7. Die Quellung wird durch Bakelitbehandlung nur verzögert, aber nicht unmöglich gemacht.

Beobachtungen über die Biologie holzerstörender Pilze¹⁾.

Von

J. Liese (Eberswalde).

(Mit 3 Abbildungen.)

I. Stimulationswirkung geringer Giftkonzentrationen auf holzerstörende Pilze.

Im Jahrgang 1928 (S. 156—170) war über das Verhalten holzerstörender Pilze gegenüber bestimmten Holzarten und Pilzgiften berichtet und dabei bereits kurz darauf aufmerksam gemacht worden, daß bei den Holzerstörungsversuchen mit einem bestimmten Pilze die stärkeren Zersetzungen dann aufzutreten pflegten, wenn neben dem Versuchsholz gleichzeitig ein vergiftetes Holzstück lag. Die weiteren Beobachtungen haben diese Vermutung bestätigt. Am besten zeigte sich diese Tatsache, wenn ein Giftstoff nach der Klötzchenmethode auf seine fungiziden Eigenschaften geprüft und dabei eine Reihe von Kolleschalen benutzt wurde, von denen jede außer einem vergifteten Klötzchen noch ein rohes, nicht vergiftetes Klötzchen enthielt, wobei die vergifteten Klötzchen mit einer in der Reihe steigenden Konzentration des Giftes beschickt waren²⁾. Wurde gleichzeitig eine Schale angesetzt, in die nur zwei rohe unvergiftete Klötzchen eingebracht wurden, oder anders ausgedrückt, wo das eine Klötzchen mit der Giftkonzentration 0 versehen war, dann ergab sich beim Ausbau nach 3—4 Monaten, daß diese Klötzchen einen wesentlich geringeren Gewichtsverlust aufwiesen, als die Kontrollklötzchen in den mit je einem Giftklötzchen versehenen Schalen. Jede Versuchsreihe wurde dabei selbstverständlich unter gleichen äußeren Bedingungen gehalten. Die Abbildungen 1 und 2 stellen die Ergebnisse zweier solcher Versuche bei Benutzung des Kellerschwammes nach einer Einwirkung von 4 Monaten dar. Auf der X-Achse ist die Konzentration angegeben, mit der die Giftklötzchen jeder Schale behandelt waren; auf der Y-Achse sind die Gewichtsverluste in Prozent des Anfangsgewichts eingetragen.

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Erfurt am 12. Juni 1930.

²⁾ Vgl. diese Ztschr. Bd. 10, 1928, S. 166, ferner Liese, Holzerstörung durch Pilze, in Mahlke-Troschel, Handbuch der Holzkonservierung S. 62—63.

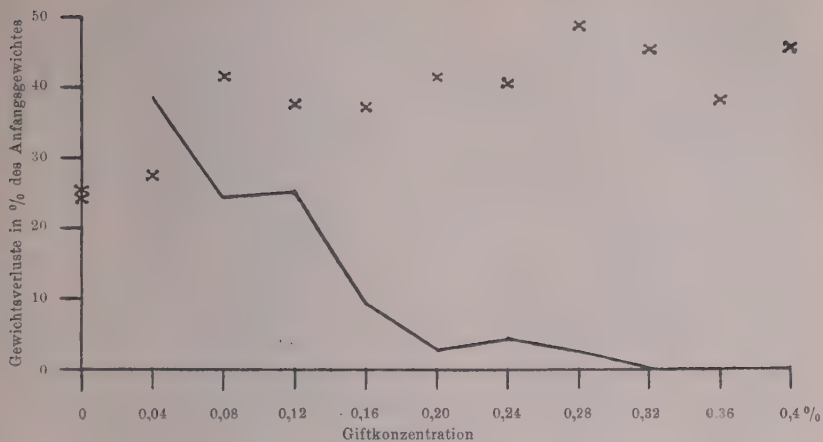


Abb. 1.

(Giftstoff: Basilit N extra.

Pilz: *Coniophora cerebella* (Kellerschwamm).

Versuchsdauer: 4 Monate.

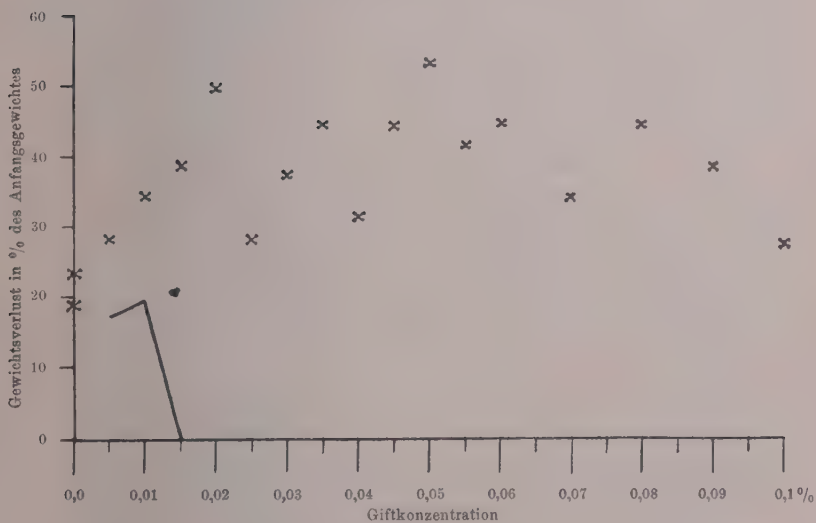


Abb. 2.

(Giftstoff: Thanalith.

Pilz: *Coniophora cerebella* (Kellerschwamm).

Versuchsdauer: 4 Monate.

Die Kurve verbindet die Gewichtsverluste der imprägnierten Klötzchen. Die Kreuze geben die Gewichtsverluste der zugehörigen nicht vergifteten Kontrollklötzchen an.

Die ausgezogene Linie gibt die Zerstörung der Giftklötzchen an; die Punkte entsprechen den Zerstörungen der Kontrollklötzchen. In der ersten Schale mit der Giftkonzentration 0 sind die Gewichtsverluste der rohen Klötzchen stets am geringsten.

Abb. 1 zeigt die Ergebnisse bei Benutzung von Basilit N extra, einer Mischung von Fluornatrium und Dinitroverbindungen, während Abb. 2 sich auf Thanalith bezieht, in dem sich außer diesen Stoffen noch Arsenverbindungen befinden.

Selbst in den mit Giftklötzchen versehenen Schalen war in den Fällen ein Unterschied in der Zerstörung der Kontrollklötzchen zu beobachten, wo die Reihe der Schalen von sehr schwachen bis zu sehr starken Giftkonzentrationen reichte. Wie die folgende, ein Kieselfluorzinkpräparat berücksichtigende Tabelle zeigt, hatten die rohen, nicht imprägnierten Kontrollklötzchen bei den schwächsten Konzentrationen innerhalb der Versuchszeit von 4 Monaten verhältnismäßig niedrige Gewichtsverluste (26 bzw. 30 %); bei der folgenden Konzentration 0,1 % dagegen zeigte sich ein wesentlich stärkerer Pilzangriff (47 %). Bei noch höheren Konzentrationen war die Holzerstörung und damit der Gewichtsverlust der Kontrollklötzchen auch wieder geringer: offenbar wirkten diese recht hohen Giftkonzentrationen auch auf das benachbarte rohe Klötzchen stärker ein und behinderten hier die Tätigkeit des Pilzes.

Giftstoff: Kieselfluorzinkpräparat.

Versuchspilz: *Coniophora cerebella*.

Versuchsdauer: 3 Monate.

Konzentration %	Klötzchen imprägniert %	roh %	
0,025	28,7	26	} in einer Kolleschale vereinigt
0,05	31,5		
0,1	7,3	30	desgl.
0,25	2,7	47	desgl.
0,5	—		
1,25	—	37	desgl.
2,5	—		
5	—	27	desgl.
10	—		
20	—		

¹⁾ Es waren für diese Versuche große Kolleschalen benutzt worden, in die mehrere vergiftete Klötzchen eingebaut waren.

Besonders auffallend traten diese Erscheinungen aber bei Untersuchungen von Fichtenmasten hervor, die zur Konservierung längere Zeit in eine Giftlösung eingetaucht waren und bei denen durch Kolleschalenversuche die Eindringungstiefe des Giftstoffes in radialer Richtung in das Stamminnere festgestellt werden sollte.

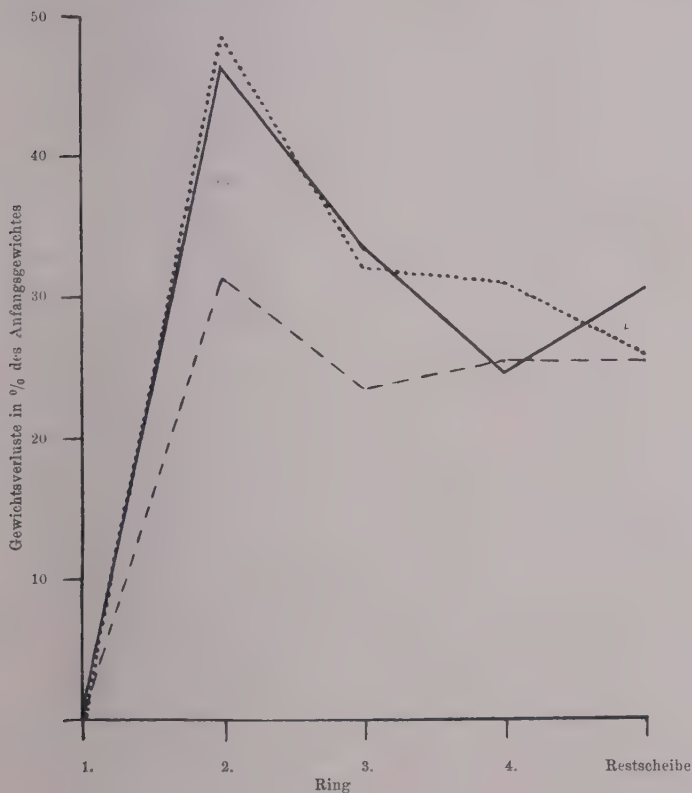


Abb. 3. Erklärung im Text.

Zu diesem Zwecke wurden drei Holzquerscheiben, eine aus der Mitte der 7 m langen Stange, die beiden anderen von den Enden, aber je $\frac{1}{2}$ m von der Endfläche selbst entfernt, entnommen; jede Scheibe wurde von außen nach innen fortschreitend in Ringe von je 1 cm Stärke zerlegt; die zu jedem Ring gehörenden Holzteile wurden gesondert der Einwirkung des Kellerschwammes, *Coniophora cerebella*, 4 Monate lang ausgesetzt. Nach Ablauf der Versuche

erfolgte in üblicher Weise die Feststellung des Gewichtsverlustes, bezogen auf das Anfangsgewicht. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 kurvenmäßig dargestellt: auf der X-Achse sind hier die einzelnen Ringe von außen nach innen gerechnet, aufgezeichnet, auf der Y-Achse wieder der Gewichtsverlust infolge der Pilztätigkeit. Bei allen Querscheiben war im 1. Ring keinerlei Zerstörung und entsprechend kein Gewichtsverlust eingetreten. Der 2. Ring indessen zeigte in sämtlichen Fällen eine auffallend starke Zerstörung, während die folgenden Ringe wesentlich weniger angegriffen waren.

Da das Gift in allen Fällen nur radial von der Außenfläche nach innen, dagegen nicht in der Faserrichtung des Stammes eindringen konnte, muß im 1. Ring am meisten Gift eingelagert worden sein; der 2. Ring hat nur geringe Spuren und die folgenden Teile überhaupt kein Gift erhalten. Das Holz war vollständig gleichmäßig gewachsen, die Versuche wurden unter gleichen Bedingungen gehalten, auch machten sich bei Kontrollversuchen die gleichen starken Zerstörungen im 2. Ring bemerkbar.

Alle diese Beobachtungen müssen als Stimulationswirkungen erklärt werden. Daß eine Stimulation durch geringe Giftkonzentrationen eintritt, ist allbekannt; bei der Imprägnierung und Bekämpfung von Holzschädlingen ist aber hierauf bisher nicht geachtet worden. Der Grund hierfür dürfte vor allem darin liegen, daß bei den üblichen Versuchen zur Feststellung der für die Verhinderung des Pilzwachstums erforderlichen Minimal-Konzentration Giftmengen benutzt werden, die zu hoch sind, um an den vergifteten Klötzchen selbst eine Stimulationswirkung zu bewirken. Auf das Verhalten der Kontrollklötzchen, zu denen das Pilzgift durch Diffusion gelangt, ist aber wenig geachtet worden, da sie ja nur Auskunft geben sollen, ob der Pilz genügend wüchsig ist.

Die Stimulation läßt sich natürlich auch direkt durch Benutzung geringer Giftkonzentrationen nachweisen: so ergab sich z. B. für Fluornatrium, daß der Kellerschwamm die mit einer 0,005 bis 0,0005%igen Lösung getränkten Klötzchen deutlich intensiver befiel und sein Pilzmyzel lebhaftere Färbung zeigte: auch lagen die Gewichtsverluste, sofern die Versuche nicht länger als 2 Monate liefen, höher als bei den Kontrollklötzchen. Unter den Pilzarten zeigte sich kein Unterschied hinsichtlich der Stimulation. Was die Giftstoffe selbst betrifft, so traten Stimulationswirkungen bei allen Mitteln auf, sofern sie nur in genügend geringer Konzentration benutzt wurden. Nur bei Sublimat zeigte sich in den

Kolleschallen bei den Kontrollklötzchen eine sehr geringe Wirkung, offenbar, weil dieser Giftstoff an die Holzfaser fest fixiert wird und daher sich nicht durch Diffusion ausbreiten kann.

Die Stimulationsbeobachtungen haben für die Praxis eine große Bedeutung; einmal kann hierdurch die Virulenz des für Holzerstörungsversuche vorgesehenen Testpilzes mit Leichtigkeit gesteigert werden. Viel wichtiger aber ist ein zweiter Umstand: zu schwache Giftkonzentrationen können, wie diese Versuche ergeben haben, unter Umständen als Reize wirken und statt einer Bekämpfung geradezu eine Förderung der Holzerstörung bewirken. Dies ist aber vor allem bei der Bekämpfung von Holzerstörungen durch Anstrich zu berücksichtigen, wie sie in erkrankten Häusern zu erfolgen pflegt. Sind z. B. bei einer Schwammausbesserung eines Hauses noch Holzteile mit lebenden Pilzmyzelien erhalten geblieben, so kann unter Umständen ein Anstrich der Holzteile mit Pilzgiften auf den im Holzinnein vorhandenen Pilz, da die Konzentration des Giftes bei dem Eindringen erheblich verringert wird, stimulierend wirken. Die Praxis sollte daher bei derartigen Ausbesserungen stets darauf achten, daß nicht aus falscher Sparsamkeit der Schaden gar noch vergrößert wird. Auch für die Fälle, in denen Hölzer, die bereits im Innern durch Lagerfäule erkrankt sind, durch Eintauchen in eine Giftlösung mit einem nur oberflächlichen Schutz versehen werden, ist mit derartigen Stimulationswirkungen zu rechnen. Vielleicht sind gewisse Schäden an Masten, die sich seit einiger Zeit bemerkbar machen, hierauf zurückzuführen. Es handelt sich dabei um Stangen, die unmittelbar bei Kriegsende bzw. in der Inflationszeit statt wie üblich mit einer $\frac{2}{3}\%$ igen Quecksilbersublimatlösung, infolge Materialmangels nur mit einer schwächeren Lösung unter Zusatz von Fluornatrium behandelt wurden. Da in jener Zeit das Holz vielfach als wertbeständige Ware von Leuten, denen eine einwandfreie Behandlung des Holzes unbekannt war, gehamstert wurde, so gelangte es nicht selten angekrankt zur Konservierung; die im Holzinnein vorhandenen Pilze konnten dann durch die Diffusion geringer Fluornatriummengen von außen nach innen zu einer stärkeren Tätigkeit angeregt werden.

Bei Benutzung genügend hoher Konzentrationen sind solche unerwünschten Erscheinungen nicht zu befürchten; insbesondere trifft dies für Kesseldrucktränkungen zu, bei denen alle durchtränkbaren Holzteile mit einer, die Minimalkonzentration um ein Vielfaches übersteigenden Lösung imprägniert werden.

II. Verhalten holzerstörender Pilze gegenüber extremen Temperatureinwirkungen.

Die im folgenden mitgeteilten Untersuchungen beschäftigen sich mit der Frage, ob vielleicht durch gewisse extreme Temperaturen, wie sie entweder von Natur aus bei uns auftreten oder bei Konservierungsprozessen benutzt werden, die holzerstörenden Pilze zum Absterben gebracht werden könnten. Daß sich die Außentemperaturen sowohl bei lebendem als auch bei totem Holz dem Inneren mitteilen, ist eine bekannte Tatsache; sie konnte auch während der Kälteperiode des Februar 1929 durch Messungen der Temperatur im Innern eines lebenden Birkenstammes erneut bestätigt werden. Bei einer Entfernung von 11 cm von der Außenfläche konnten hier weniger als -16°C gemessen werden. Die Innentemperatur folgte der Außentemperatur in einem gewissen Zeitabstand, vermied aber dabei die Extreme, so daß ihre Kurve einen ruhigeren Verlauf zeigte.

1. Extreme Kälteeinwirkung.

Nach Literaturangaben war die Annahme berechtigt, daß gewisse Pilzarten durch extreme Kälteeinwirkung absterben würden: so hat z. B. Frl. Rumbold¹⁾ von einem Absterben des echten Hausschwammes bei einer Einwirkung von -6°C berichtet.

Die Kälteperiode des Februar 1929, bei der in Eberswalde mehrfach -26°C gemessen wurde, gab Gelegenheit, die in meinem Besitz befindlichen Pilzstämme, damals etwa 190 von über 90 verschiedenen Arten auf ihr Verhalten gegenüber der Kälteeinwirkung zu untersuchen. Unter ihnen waren alle wichtigen Holzerstörer, die als Erreger von Stammfäulen, Lagerfäulen oder Hausfäulen besondere Bedeutung besitzen, vertreten, viele in mehreren Stämmen. Die in Reagenzgläsern auf Malzextrakt-Agar gezogenen Pilze blieben bei meinen Versuchen 14 Tage lang während der Kälteperiode im Freien und wurden anschließend durch Abimpfungen auf ihre Lebensfähigkeit untersucht. Es ergab sich hierbei, daß bei allen Pilzarten ein Wachstum erfolgte; nur beim echten Hausschwamm versagten einige Pilzstämme. Die zum Wiederbeginn des Wachstums erforderliche Zeit schwankte allerdings recht erheblich; bei einigen Pilzen waren nur 2, bei anderen 7 oder gar 14 Tage hierfür erforderlich.

¹⁾ Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Ldw. 1908.

Aus den Versuchen ist zu schließen, daß die in unseren Gegenden normalerweise auftretenden Kältetemperaturen kein Absterben der im Holzinne befindlichen Pilzarten bewirken dürften. Insbesondere trifft dies für die im Freien zu beobachtenden Pilzarten zu; wenn einige Stämme des echten Hausschwammes sich anders verhalten, so muß dabei berücksichtigt werden, daß diese Pilzart infolge ihrer Anpassung an die in Gebäuden gegebenen Entwicklungsbedingungen sich auch in anderer Hinsicht von den übrigen Holzpilzen unterscheidet.

Die Versuche zur Feststellung der tiefsten erträglichen Temperatur sind noch nicht zum Abschluß gekommen. Die kürzlich veröffentlichte Arbeit von Heldmaier¹⁾ beweist auf jeden Fall, daß *Schizophyllum* und *Collybia velutipes* unter Umständen Temperaturen von -175°C vertragen können.

Bei dem Wachstum der Kältekulturen konnte nun vielfach gegenüber den im warmen Zimmer gebliebenen Abimpfungen ein eigenartiger Unterschied beobachtet werden: hatten sich die Pilze erst einmal von der Kältestarre erholt, so wuchsen sie bei gleichen Versuchsbedingungen sehr üppig, z. T. sogar etwas schneller als die Kontrollkulturen. Besonders deutlich trat dieser Unterschied bei einigen Pilzarten zutage, die sonst nur ein schwaches oberflächliches Myzel zeigten, jetzt aber einen sehr üppigen dichten Pilzrasen entwickelten.

Auch die Fruchtkörperbildung war gegenüber den Normalstämmen viel reichlicher; besonders deutlich konnte dies bei *Schizophyllum commune*, *Polyporus igniarius*, *arcularius*, *ungulatus*, *applanatus*, *annosus*, *betulinus*, *squamosus*, *zonatus*, *nidulans* und bei *Collybia mucida* festgestellt werden. Auch Heldmaier hat bei ihren Versuchen eine stärkere Fruchtkörperbildung nach Frosteinwirkung bemerkt.

Die Beobachtungen erinnern an die bekannten Ergebnisse von Kinzel bei Kälteeinwirkung auf Samen höherer Pflanzen, ferner an die Untersuchungen bei Bakterien, die sich nach Kälteeinwirkungen ebenfalls virulenter erwiesen haben. Es ist daher anzunehmen, daß viele Pilzarten durch die in der Natur auftretende Kälte nicht nur nicht geschädigt, sondern sogar in ihrer Lebenstätigkeit angeregt werden.

¹⁾ Zeitschr. f. Botanik 1929, 22, S. 161—220.

2. Extreme Hitzeeinwirkung.

Bei den Untersuchungen über den Einfluß von extremen Maximaltemperaturen wurde ebenfalls nur auf die vegetativen Myzelien holzerstörender Pilze Rücksicht genommen; Fruchtkörper und Sporen wurden außer acht gelassen. Zu den Versuchen wurden Pilze herangezogen, die als Zerstörer von Nutzholz in der Praxis eine Rolle spielen. Ihre auf Malzextrakt-Agar gezogenen Rein-kulturen wurden 15, 30, 45 und 60 Minuten lang bestimmten, zwischen 40 und 60° C gelegenen Temperaturen ausgesetzt. Die Kulturröhrchen wurden dabei in Wasser von der gewünschten Temperatur gestellt und nach Ablauf der Versuchszeit sofort in kaltem Wasser abgekühlt¹⁾.

Es ergab sich hierbei, daß bei folgender Temperatur und Zeitdauer kein Wachstum mehr eintrat:

Pilzart	Hitzetod trat ein bei °C und einer Einwirkung von Minuten.			
	40° C	50° C	55° C	60° C
<i>Merulius domesticus</i>	15			
<i>Merulius silvester</i>		15		
<i>Coniophora cerebella</i>		15		
<i>Pezizella acheruntius</i>		15		
<i>Polyporus vaporarius</i>		30		
<i>Stereum hirsutum</i>		45		
<i>Stereum sanguinolentum</i>		45		
<i>Trametes Pini</i>			30	
<i>Polyporus Schweinitzii</i>			30	
<i>Polystictus versicolor</i>			30	
<i>Corticium giganteum</i>			45	
<i>Irpex fuscoviolaceus</i>			45	
<i>Stereum purpureum</i>			60	
<i>Polyporus adustus</i>				15
<i>Lentinus squamosus</i>				30
<i>Lenzites abietina</i>				30
<i>Schizophyllum</i>				45
<i>Lenzites sepiaria</i>				60

¹⁾ Zu berücksichtigen ist, daß es sich bei diesen Versuchsbedingungen um ziemlich feuchte Hitze handelte; bei ausgesprochen trockener Hitze liegen bekanntlich die Temperaturwerte höher. (Vgl. Snell, Americ. wood-pres. Ass. 1922).

Im Freien können auf Erd- oder Holzoberfläche an heißen Tagen Wärmegrade von etwa $+60^{\circ}\text{C}$ erreicht werden; im Holzinneren bleiben sie natürlich niedriger. Insbesondere ist dies an lebenden Bäumen der Fall, die im Splint von dem kühlenden Wasserstrom durchströmt werden und daher während der Vegetationszeit eine recht gleichmäßige Temperatur zeigen. Merbliche Schäden dürften sich durch derartige Erhitzungen daher nur am toten Holze und bei bestimmten Lagerfäuleerregern herausstellen, wenn sie das Holz nur oberflächlich befallen haben. Sehr gefährdet ist hierdurch ferner von den Hausfäulen der echte Hausschwamm. Alle anderen Pilze dürften, sofern sie tiefer im Holze Fuß gefaßt haben, mit ihren vegetativen Teilen mehr oder weniger unbehelligt bleiben.

Die Untersuchung der erträglichen Maximaltemperaturen wurde vor allem auch zur Klärung bestimmter Fragen der Praxis durchgeführt. Für die künstliche Konservierung des Holzes benutzt man besonders die Kesseldrucktränkung. Für Schwellen und Masten kommt vor allem die Imprägnierung mit Teeröl in Betracht. Die Beobachtungen in der Praxis lassen erkennen, daß die mit Teeröl getränkten Holzteile viele Jahrzehnte lang gesund bleiben. Nun ist aber eine vollständige Durchtränkung des Holzes keineswegs immer möglich, insbesondere bleiben die verkernten Holzteile, abgesehen von einer gewissen Zone an den Hirnflächen und denjenigen Kernholzteilen, die äußerlich mit dem Teeröl in Berührung kommen, frei von Tränkstoff, und auch das Splintholz kann gelegentlich in einigen Teilen ohne Teeröl bleiben, wenn es nämlich noch saftfrisch zur Imprägnierung gelangt, oder von Hyphen des Blaufäulepilzes oder anderer Pilzarten reichlich durchzogen ist. Es wäre nun möglich, daß das bereits vor der Imprägnierung erkrankte Holz, wie es z. B. vor einigen Jahren vielfach aus den Forleulengebieten angeliefert wurde, bei der Tränkung nicht in allen erkrankten Teilen mit Teeröl in Berührung kommt und daher die hier vorhandenen Pilze u. U. weiter wachsen und das Holz zerstören können. Wenn auch bei der Abnahme der Schwellen und Maste möglichst der Gesundheitszustand festgestellt und erkrankte Ware zurückgewiesen wird, so kann doch bisweilen im Holzinne eine äußerlich nicht wahrnehmbare Erkrankung vorhanden sein. Nun wird aber das Imprägnieröl während des Tränkungsprozesses, der bei der Kiefer etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden, bei Eiche 3 und bei Buche 4 Stunden dauert, auf $80-100^{\circ}\text{C}$ gehalten. Es ist daher die Frage

von Bedeutung, ob vielleicht allein durch diese Erwärmung etwa vorhandene vegetative Pilzteile abgetötet werden können. Die zu ihrer Beantwortung erforderlichen Untersuchungen über die während der Imprägnierung im Holzinnern auftretenden Temperaturen wurden in Zusammenarbeit mit dem Reichsbahnzentralamt und den Rütgerswerken auf deren Imprägnierwerken ausgeführt¹⁾. Die Feststellung der Temperatur erfolgte durch Benutzung von organischen Substanzen, deren Schmelzpunkte bekannt waren und sich auf das Temperaturintervall von 37—81° C verteilten. Sie wurden in geeigneter Weise in Bohrlöcher, die vor der Imprägnierung in den Versuchshölzern hergestellt wurden, versenkt: die Löcher wurden alsdann flüssigkeitsdicht nach außen abgeschlossen. Die während der Imprägnierung an der betreffenden Stelle im Holze aufgetretene Maximaltemperatur konnte durch Feststellung der geschmolzenen Substanzen gefunden werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bei Kiefernstangen und Kiefernschwelen sind in folgenden Tabellen niedergelegt: sie sind naturgemäß sehr von der Holzart, ihrem Durchmesser und

Tränkung von Kiefernstangen nach Rüping.

Stamm Nr.	Lage des Bohrloches vom Stammende	Substanz in Tiefe	Festgestellte Temperatur
	cm	cm	° C
1	330	10,5—11,5	—
1	310	5—6	48
1	270	2,5—3,5	55—59
2	100	9,3—10,3	—
2	500	4,8—5,8	48—55
2	350	2,7—3,7	55—59
3	300	3,5—4,5	55
3	200	5,3—6,3	55—59
3	100	8,5—9,3	37—43
4	300	1—2	75—81
4	280	3—4	75
4	320	2—3	75
5	200	5,5—6,5	65—72
5	300	4,5—5,5	72
5	400	4,5—5,5	72—75

¹⁾ Für die Überlassung der Ergebnisse spreche ich diesen Stellen hiermit meinen Dank aus.

Tränkung von Kiefernswellen nach Rüping.

Schwelle Nr.	Lage des Bohrloches	Splintstärke cm	Substanz in cm Tiefe	Festgestellte Temperatur ° C
1	Mitte	4,3	3,5	59
2	Auflager	3,8	3,5	59—65
2	Mitte	5,8	5,5	55
2	Auflager	5,9	5,3	55—59
3	Mitte	3,8	11,0	48—55
3	Auflager	3,8	12,5	48—55
4	Mitte	4,0	6,2	48—55
4	Auflager	4,1	5,5	über 59
5	Mitte	5,9	13,0	48—55
5	Auflager	4,8	12,4	59—65

ihrer Länge sowie vom Splintanteil abhängig; ferner hat die Außentemperatur insofern eine Bedeutung, als Hölzer, die im Winter während einer Frostperiode imprägniert werden, sich nicht so schnell im Innern erwärmen.

Bei den Kiefernswellen ergaben sich an der Grenze zwischen Kern und Splint Temperaturen von 55—60 ° C; in der Kernmitte, in einer Entfernung von 11—12 cm von der Oberfläche, dagegen meist 48—55 ° C, einmal sogar 59—65 ° C. Bei den Kiefernstangen, deren Imprägnierung übrigens im Winter bei — 8 ° C Außentemperatur stattfand, konnten bis zu 3 cm Tiefe häufig 75 ° C, stets aber über 55 ° festgestellt werden. In tieferen, wahrscheinlich dem Kern angehörenden Schichten war die Erwärmung natürlich wesentlich geringer.

Normale Buchenschwellentränkung nach Rüping.

Schwelle Nr.	Lage des Bohrloches	Substanz in cm Tiefe von Seitenfläche	Festgestellte Temperatur ° C
1	Mitte (= 1,35 m von den Endflächen)	13	70—75
2	Mitte	8½	75—81
2	Auflager (= etwa 40 cm von Endfläche)	8½	75—81
3	Mitte	13	72—75
3	Mitte	8½	75—81
3	Auflager	8½	75—81

Die gleichen Untersuchungen bei Tränkung buchener Schwellen erbrachten sowohl in der Schwellenmitte wie in der Nähe der Schienenauflage, in 8 wie in 13 cm Tiefe stets eine Temperatur von über 72°.

Vergleichen wir diese Zahlen mit den mitgeteilten Temperaturwerten, so dürfte beim Kiefernholz demnach im Splint die Erwärmung während der Imprägnierung bereits genügen, um hier vorhandene holzerstörende Pilze abzutöten. Im Kern wird dies nur in gewissen Fällen möglich sein.

Bei der Buche können allein durch die Imprägnierungshitze alle im Holzininneren vorhandenen Pilzerkrankungen unschädlich gemacht werden, sofern nicht allerdings durch die bei der „roten Kernbildung“ oder dem „Stocken“ in den Gefäßen auftretenden Thyllen der Zutritt des Teeröls und damit auch die Wärmeverbreitung gehindert wird.

Da nun ferner während der Imprägnierung im Tränkkessel reichlich Atmungsgifte vorhanden sind, so werden diese ebenfalls dazu beitragen, daß in nichtdurchtränkbaaren Holzteilen vorhandene Pilze abgetötet werden. Von den wichtigsten Imprägniermethoden bietet daher die Teerölimprägnierung bei Verwendung von Temperaturen zwischen 80—100° eine große Sicherheit dafür, daß die Hölzer nach der Tränkung ohne lebende Fäulnisherde sind. Das gleiche gilt auch für die Volltränkung mit Salzgemischen nach dem Kesseldruckverfahren, sofern hierbei ebenfalls die Tränkflüssigkeit auf 80—100° erwärmt wird. Auch bei der Diakyanisierung können bereits im Holze vorhandene Schädlinge durch den Konservierungsprozeß abgetötet werden, da hier das Holz zur besseren Aufnahme des Quecksilbers vor der eigentlichen Imprägnierung mehrere Stunden lang einer Temperatur von über 100° C ausgesetzt wird.

Zum Problem der Fußkrankheit des Weizens.

Von

Otto Moritz.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

In dem phytopathologischen Schrifttum der letzten Jahrzehnte hat nach und nach die Behandlung der sogenannten Fußkrankheiten des Getreides, insbesondere der auf *Ophiobolus graminis* zurückgeführten Schwarzbeinigkeit (Schaffnit 1930), welche auch den Gegenstand dieser Abhandlung darstellt, einen immer größeren Raum eingenommen. In verschiedenen Schriften ist dieses Gebiet zusammengefaßt worden (Blunck 1929, Crüger 1929, Stevens 1919 u. a.). Hier ist nicht beabsichtigt, eine ins Einzelne gehende Literaturstudie zu veröffentlichen. Vielmehr ist der Sinn der folgenden Zeilen, vorläufige Rechenschaft abzulegen über den Stand von Arbeiten, welche mit dankenswerter Unterstützung durch das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft sowie die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt, teilweise in Arbeitsgemeinschaft mit der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Kiel, in Angriff genommen wurden. So sehr einerseits die Ablegung solcher Rechenschaft gefordert werden kann, so sehr muß darauf hingewiesen werden, daß es sich um eine durchaus vorläufige Darlegung handelt, dies um so mehr, als „die unsachliche Tendenz zu frühzeitiger Popularisierung von Forschungsergebnissen“ (Merkenschlager) heute verbreiteter ist als ehemals.

Das Ziel, welches zunächst nur angestrebt werden konnte, und das uns erreicht scheint, war die Herausarbeitung von klaren Arbeitshypothesen, die mit den beobachteten Tatsachen wohlvereinbar erscheinen. Wem dieses Ziel und vorläufige Ergebnis allzu bescheiden dünkt, der sei auf die Tatsache hingewiesen, daß das bisherige Schrifttum viele widerspruchsvolle Angaben enthält. Betrachten wir etwa beispielsweise die Rolle der Pilze beim Zustandekommen des Krankheitsbildes, so steht der Meinung Schaffnits (1939), der Pilz greife die Pflanze „in jeder Lebenslage“ an, die von vielen Forschern und Praktikern geteilte Ansicht Kleines (1929) gegenüber, daß den Pilzen nur sekundäre Be-

deutung zukäme, daß „wo Weizen auf wirklich gutem Weizenboden in guter Kultur gebracht wird, die Krankheit überhaupt nicht vorhanden ist, oder äußerst schwach auftritt“. Ähnliche Anschauungen vertritt Crüger (1929), der inzwischen allerdings seine Meinung mehr der von Schaffnit geäußerten angeglichen zu haben scheint. Ähnliche Unstimmigkeiten herrschen bezüglich verschiedener Einzelfaktoren, wie Fruchtfolge, Düngung usw.

Wie auch unter dem Begriff „Fußkrankheit“ des Weizens offenbar sehr verschiedene Dinge verstanden werden. Jedenfalls hatten wir Gelegenheit festzustellen, daß eingesandte Pflanzen von angeblich schwer fußkranken Feldern nicht die Symptome der von uns hier ins Auge gefaßten, von Schaffnit (1930) als „Schwarzbeinigkeit“ beschriebenen, von Kirby (1922) als „Take-all“ bezeichneten und abgebildeten Krankheit zeigten.

Und dieser Zustand kann, da die hier vorliegenden Verhältnisse äußerst verwickelt sind, kaum Wunder nehmen. Handelt es sich doch nicht einfach um das Wechselspiel zweier Kräftegruppen, deren eine an der Pflanze, die andere am Pilz beobachtet und abgelesen werden kann, was an und für sich schon eine hinreichend schwierige Aufgabe darstellt. Vielmehr tritt hier, bei einer Krankheit der Wurzel und der Sproßbasis, der Boden hinzu, als beide Partner einzeln und ihr Zusammenwirken als solches beeinflussend, und mit ihm ein ganz komplexes Gebilde, das seinerseits wieder in einer sehr ausgeprägten Abhängigkeit vom Klima steht, welches somit vielfach auf den Prozeß einzuwirken vermag.

Die wahrscheinlichen Wirkungsbereiche dieser Faktoren festzulegen, war also zunächst nötig. Die Wege, die dazu beschritten wurden, waren einerseits die Betrachtung der von anderen Autoren mitgeteilten Tatsachen, dann — und vor allen Dingen —, die Anstellung ausgiebigster Erhebungen an den in der Natur auftretenden Schadfällen, wobei der eigenen Beobachtung vor der Umfrage, Einsendung (s. o.) usw. der Vorzug zu geben war, endlich tastende Vorversuche zwecks Prüfung des Wertes der erschlossenen Forschungsrichtung.

Was zunächst das Klima in seiner direkten Einwirkung auf die Entstehung des Schadens angeht, so ist man bei seiner Erfassung selbstverständlich in weitestgehendem Maße auf die Angaben der Literatur, sowie von Praktikern angewiesen. Einigermmaßen bindende Schlüsse würde man erst aus jahrzehntelangen eigenen

Beobachtungen ziehen können. Der Verwertung fremder Angaben haftet ein für allemal bei den bisher nur bescheidenen Ansätzen zu einer Analyse des Komplexes „Fußkrankheit“ die Fehlerquelle der mangelnden Vergleichssicherheit an (s. o.). So muß es hier genügen, darauf hinzuweisen, daß nach den bisherigen Beobachtungen milde Winter und feuchte Vorsommerperioden das Auftreten der Krankheit zu begünstigen scheinen.

Bei den direkten klimatischen Einwirkungen kann vielleicht ohne Zwang eine Kulturmaßnahme abgehandelt werden, die sich offenbar im Sinne einer Begünstigung des Schadens auswirkt, die Frühsaat. Man wird kaum fehlgehen, wenn man mindestens einen wesentlichen Teil dieser Wirkung durch die Versetzung der Partner der Krankheitsreaktion unter andere klimatische Verhältnisse bedingt sieht. Die Variation der Saatzeit dürfte aber auch die einzige Möglichkeit sein, klimatische Faktoren in der Praxis zu ändern. Somit werden Beobachtungen über Zusammenhänge zwischen ihnen und dem Auftreten der Krankheit zwar für die Vorhersage wichtig sein können, im übrigen aber infolge der weitgehenden Unbeeinflußbarkeit der Witterungsfaktoren wenig praktischen Wert haben, es sei denn, die Klimalage einer geographischen Region fördere die Disposition für die Krankheit in solcher Weise, daß Wirtschafts-umstellungen geboten erscheinen. In solchem Falle aber würde auch schon eine Klimawirkung durch Vermittlung des Bodens wahrscheinlich sein, dessen Einflüssen wir uns nunmehr zuwenden möchten, und denen, als kulturtechnisch weitgehend modifizierbaren Faktoren, besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Es lag nahe, das Studium der Einflüsse des Bodens auf die Schwarzbeinigkeit des Weizens zu beginnen mit der Untersuchung bestimmter Einzelfaktoren in ihrer möglichen Sonderausprägung erstens auf kranken und gesunden Feldern, sowie zweitens auf besonders kranken Flecken befallener Felder und auf verhältnismäßig gesunden Stellen derselben Schläge. Als ein solcher Einzelfaktor, der leicht messend erfaßt werden konnte, dessen große Bedeutung für das Pflanzenwachstum allgemein anerkannt wird, und der, innerhalb gewisser Grenzen jedenfalls (vgl. hierzu Stebutt 1930 S. 233f.), einen Rückschluß auf den allgemeinen Zustand des Bodens zuläßt, kam die Wasserstoffionenkonzentration in Frage. Die Erhebungen wurden in weitaus überwiegendem Maße in Schleswig-Holstein ausgeführt. Neben der Azidität des wäßrigen Auszuges der Bodenprobe wurde diejenige des KCl-

Auszuges gemessen. Die Messungen, welche ausnahmslos nach der elektrometrischen Methode mit der Chinhydronelektrode und für jede Bodenprobe mindestens zweimal ausgeführt wurden, waren unter den oben dargestellten verschiedenen Gesichtspunkten zu betrachten.

Es wurde zunächst die Frage gestellt, ob auf einem verschieden schwer befallenen Feld, an den Orten des schwersten Befalles der Reaktionszustand des Bodens besondere Charakterzüge zeigt. Für das hier berücksichtigte Gebiet kann ganz allgemein gesagt werden, daß dieses nicht der Fall war. Wo überhaupt Unterschiede bestanden, zeigte mit einer Ausnahme die stärker befallene Stelle stärkere Azidität. Diese Unterschiede betrugen jedoch nie mehr als 0,5 pH.

Es konnte ferner dem Problem nachgegangen werden, ob solche Felder, die praktisch frei von der Krankheit waren, gemeinhin einem anderen Aziditätsbereich angehörten als schwerbefallene. Auch diese Frage kann verneint werden. Schwerste Schadfälle zeigten sich in allen Reaktionsbereichen von pH 4,9 bis pH 7,3¹⁾.

Die meisten Felder der untersuchten Region (Provinz Schleswig-Holstein) zeigen Reaktionszahlen um $\text{pH} = 6,0$.

So wurden etwa 150 Bodenproben der gesamten Provinz durchuntersucht. Das Ergebnis ist um so bemerkenswerter, als nach den Untersuchungen Kirbys (1922) das Wuchsoptimum des „Erregers“ der Krankheit im alkalischen Gebiet liegt und als diese von Schaffnit bestätigten und hervorgehobenen Verhältnisse auch schon zu Ratschlägen (Haupt, Georgine 1930, Nr. 68) geführt haben, wie z. B. dem, der Fußkrankheit durch „saure Düngung“ entgegenzutreten. Mindestens für das Gebiet, in dem unsere Untersuchungen stattfanden, dürften sich solche Maßnahmen bis auf weiteres nicht rechtfertigen lassen.

Es fragt sich, ob irgendwelche anderen faßbaren Faktoren im Bedingungskomplex des Bodens als wesentlich erkannt wurden. Was die Düngung angeht, so kann behauptet werden, daß weder bei den ausgedehnten Feldbeobachtungen, noch bei den angestellten Feldversuchen, die allerdings unter der Ungunst äußerer Verhältnisse litten, irgendwelche durchgängige Regelmäßigkeiten auftraten.

¹⁾ Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß wir nur die von *Ophiobolus graminis* begleitete Schwarzbeinigkeit im Auge haben.

Bezüglich der Wirkung der Vorfrucht, die wir geneigt sind, hauptsächlich als einen Einfluß des ungünstig veränderten Bodens zu betrachten, konnte jedoch in den Feldbeobachtungen die alte Erfahrung, daß Gerste als Vorfrucht für Weizen jedenfalls in gefährdeten Gebieten verhängnisvoll ist, erneut bestätigt werden.

Mit dem soeben eingeführten Begriff der „Gefährdung“ gelangen wir zu einer Behandlung der Frage, ob die Eigenschaften, welche einem Boden jenes charakteristische Gepräge geben, das ihn bestimmten Boden„typen“ im Sinne Glinkas (zitiert nach Stebutt 1930) zuordnen läßt, für das Auftreten der Fußkrankheit an Weizen von Bedeutung sind. Wir sind geneigt, diese Frage jedenfalls für das in unseren Untersuchungen berührte geographische Gebiet voll und ganz zu bejahen. Dieses Gebiet zerfällt in natürlicher Weise in zwei Regionen von grundverschiedener Bodenbildung, die Böden der alluvialen Marsch- und diejenigen der diluvialen Moränenlandschaften des Ostens der Provinz; der sogenannte „Mittelrücken“ der Provinz fällt für uns als nicht Weizen-tragend aus der Betrachtung heraus. Es ließ sich im Verlaufe der ausgedehnten Besichtigungsfahrten in der Provinz, welche in ausgiebigem Maße beide Regionen berührten und bei denen allein im Sommer 1930 ca. 100 Felder begangen, viele 100 Weizenschläge aber oberflächlich in Augenschein genommen wurden, in der Marsch-region kein einziger ernsterer Schadfall von Fußkrankheiten feststellen. Die schweren Schadfälle lagen vielmehr ausnahmslos im Moränengebiet. Ein Fall mittlerer Befallstärke konnte auf einem Feld der Marsch-Geestgrenze festgestellt werden, dort wo die Hemmingstedter Geestzunge sich in die Marsch hineinerstreckt. Der Boden dieses Gebietes kann charakterisiert werden durch die Feststellung, daß alle Felder in der Nachbarschaft des befallenen Weizenfeldes Roggen trugen.

Es sei nunmehr versucht, den soeben mitgeteilten Befund auszuwerten in Richtung auf die mögliche Erfassung von Einzelfaktoren, welche ihn bedingten. Als beiden Regionen gemeinsam gelten kann die klimatische Exposition. Diese legt die natürliche Entwicklungsrichtung der untersuchten Böden ein für allemal fest und bestimmt ihren Platz im System der Böden als zu der Klasse der destruktiven Bodenbildungen des Podsoles gehörig (vgl. Stebutt 1930). Damit ist gesagt, daß beiden die Tendenz zur Versauerung und zur Zerstörung des absorbierenden Komplexes (Gedroiz 1927) gemeinsam sein muß. Ihre geologische Abkunft bestimmt 1. die

Zeit, während welcher sie den destruktiven Einflüssen ausgesetzt waren, 2. das Material, welches sie diesen Einflüssen als Substrat darbieten und damit ihr Kapital an „adsorbierendem Komplex“, jenem Anteil, welcher nach Stebutt aus einer geologischen Ablagerung einen Boden, eine Bildung eigener Art, macht. Es unterliegt keinem Zweifel, daß das Urteil hier zugunsten des Marschbodens entscheiden muß, der als Schwemmlandbildung reich ist an organischen Sinkstoffen, reich an jenen physikalischen Bodenfraktionen, welche Adsorption und Pufferung bedingen (vgl. Kutschinsky ref. Landw. Rdsch. 1921, 1) und der verhältnismäßig kurze Zeit den destruktiven Einflüssen des humiden Klimas ausgesetzt war. Demgegenüber ist der Moränenboden reich an zur Kies- und Grobsandfraktion gehörendem Quarzsand und damit ärmer an mineralischen und organischen Zeolithen, an welchen außerdem die Auslaugungsprozesse wesentlich länger wirken konnten. Wir glauben hiermit den Schlüssel zur Frage des Bodeneinflusses auf die Fußkrankheiten gefunden zu haben, um so mehr, als wir bisher Mitteilungen vermissen, die für typische Tschernosemböden, welche hier vielleicht mit unseren Marschen verglichen werden dürfen, ein derartiges Auftreten von Schwarzbeinigkeit berichten. Jedenfalls entsprechen Proben von Weizen, die uns als fußkrank aus deutschen Schwarzerdegebieten übersandt wurden, keineswegs dem Bilde, das wir gewöhnt sind, in dem uns vertrauten Schadgebiete anzutreffen. Doch muß eine eventuelle Revision dieses Standpunktes vorbehalten werden, bis eine eingehende Kenntnisnahme von den Verhältnissen an Ort und Stelle erfolgte. Bis dahin glauben wir die Schwarzbeinigkeit des Weizens als eine Krankheit nur bedingt weizenfähiger Böden betrachten zu können, wohin wir vor allem jene Böden zählen, die in höherem Grade die Züge des Podzols zeigen. Danach erhält selbstverständlich die Frage, welche Kulturbedingungen einen Boden in der angegebenen Richtung zu verändern vermögen, eine besondere Bedeutung.

Die Einflüsse des Bodens können sich nun in zweierlei Weise geltend machen, in Richtung auf den Wirt und auf den Parasiten, dessen Bedeutung nunmehr behandelt werden soll. Es wäre müßig, die Frage zu diskutieren, ob der Pilz *Ophiobolus graminis* ein notwendiger Faktor für das Zustandekommen der Schwarzbeinigkeit des Weizens ist, nachdem er definitionsgemäß zu dem Bild dieser Krankheit gehört. Nach unseren Erhebungen könnte *Ophiobolus graminis* im Sommer 1929 in mindestens 40% aller Fälle auf

solchen Halmen^e nachgewiesen werden (d. h. als Perithecium, sei es auf dem Felde, sei es nach Aufzucht), welche die charakteristischen Symptome zeigten (mangelnde Bestockung und Kurzbleiben der Halme, Frühreife der Ähre, die nur Kümmerkörner enthält, schwarze Verfärbung des Halmgrundes). Im Sommer 1930 galt dasselbe von mindestens 75% der beobachteten Fälle. Die Zahlen sind Minimalzahlen, da das Nichtvorhandensein des Pilzes nur in wenigen Fällen einwandfrei nachgewiesen werden kann.

Wichtiger erscheint die Frage, ob der Weizen überall dort, wo *Ophiobolus graminis* in seine Nachbarschaft gerät, schwarzbeinig wird. Die Angaben der Literatur gehen bezüglich der Rolle der Pilze bei der Entstehung der Krankheit, worauf schon hingewiesen wurde, stark auseinander. In der älteren Literatur (Krüger 1908) ist im allgemeinen von *Ophiobolus herpotrichus* die Rede, während wir in den angelsächsischen Arbeiten fast nur *Ophiobolus graminis* genannt finden. Schaffnit (1930) ist der Ansicht, daß *Ophiobolus graminis* mit der anderen Art häufig verwechselt worden sei. In den hiesigen Erhebungen wurde fast ausschließlich *Ophiobolus graminis* gefunden. Von Fellows (1927) und vielen anderen wird dieser Pilz für einen Schwächeparasiten gehalten. Fellows stellt, angeregt durch das häufige Fehlschlagen von Infektionsversuchen mit *Ophiobolus graminis* besondere Untersuchungen an, um diese Unsicherheit des Infektionserfolges zu klären und gibt (1929) an, daß die Pilzkulturen nach Einbringen in Erde bald ihre Virulenz verlieren. Kirby (1922) berichtet über positive Ergebnisse in Gewächshausversuchen. Nach Schaffnit endlich vermag der Pilz den Weizen in jeder Lebenslage zu befallen (1930).

Nach den hiesigen Erfahrungen muß dieser letzteren Meinung bis auf weiteres widersprochen werden. Einmal kamen im gesamten Marschgebiete unserer Provinz, das frei ist von Schadfällen, weitverstreut fußkranke Halme, die *Ophiobolus graminis* trugen, vor, womit die Gegenwart des Pilzes erwiesen ist. Das soll, wie die Landwirte berichten, stets so gewesen sein. Eine Ausbreitung, derart, daß schwerer Schaden entstünde, hat jedoch bisher dem Vernehmen und dem Augenschein nach nirgends stattgefunden. Das könnte zurückzuführen sein auf ungünstige Beeinflussung des Pilzwachstums durch spezielle Eigenschaften des Marschbodens, eine mögliche, jedoch nicht sehr wahrscheinliche Annahme.

Endlich aber zeigten hier ausgeführte Infektionsversuche, daß der Pilz zwar zu infizieren vermag, daß dazu jedoch 1. relativ

große Dosen Infektionsmaterial nötig sind (Versuche im Gewächshaus, in sandgefüllten Neubauerschalen, Tottinghamsche Lösung als Nährflüssigkeit, ein gut mit Myzel durchwachsenes Weizenkorn pro Saatkorn.) 2. die verwendete Infektionskultur ziemlich frisch sein muß, 3. das Infektionskorn sehr dicht am Saatkorn liegen muß. Umfangreiche Infektionsversuche im Freiland in mit Gartenerde gefüllten Töpfen gelangen weder, wenn das Myzel (stets allerdings bisher in kleinen Mengen) mit der Saat in deren unmittelbarer Nähe in die Erde gelangte, noch wenn die jungen Pflänzchen im Frühling in Kontakt mit Myzel gebracht wurden, noch auch wenn ältere Pflanzen vor dem Schossen mit reichlichen Mengen Myzel an den Wurzeln oder an der Halmbasis mit und ohne Verwundung der Pflanze beimpft wurden. Andererseits ist es aber tatsächlich bisher nicht gelungen, typische Krankheitserscheinungen ohne den Pilz zu erzeugen, wenngleich die Erscheinung der Ährentaubheit sowie eine gewisse Brüchigkeit der Halmbasis durch einseitige Stickstoffdüngung erzielt werden konnte.

Nach all diesem wird man nicht umhin können, zu sagen, daß zwar das Vorkommen des Pilzes ein wesentliches Symptom einer wichtigen Krankheit des Weizens, der Schwarzbeinigkeit, ist, daß aber kein Grund vorliegt, diesem Pilz die allein bedingende Rolle im Krankheitsprozeß zuzusprechen.

Es bleibt danach der Anteil der Pflanze, des Weizens, an dem Zustandekommen des Krankheitsbildes zu besprechen, damit also auch das Problem der Immunität und der Resistenz zu behandeln. Es kann nach den bisher vorliegenden Beobachtungen gesagt werden, daß anscheinend keine der bisher untersuchten Weizenarten und -varietäten gegenüber dem Befall durch den Pilz immun ist, sofern nur der Infektionsstoff in geeigneter Weise angebracht wird (Versuche in Sandkultur in Neubauerschalen an Keimlingen). Ebenso dürften nur recht geringe Unterschiede in der Sortenanfälligkeit bestehen, wenn wir die Beobachtungen im Freiland zu Rate ziehen. Vielmehr scheint die einzige Form der Resistenz die Umwelt-bedingte zu sein, womit wir zurückkehren zur Frage der Auswirkung der Bodenstruktur auf die physiologische und damit die parasitologische Reaktionsfähigkeit des Weizens. Über sie ist aber sehr wenig bekannt. Auch konnten bisher im Rahmen unserer Untersuchungen nur wenig Versuche in dieser Richtung gemacht werden; sie betreffen das Problem der Gerstenvorfrucht und sind noch nicht abgeschlossen. Vielmehr ergibt sich die

Forderung, an das Problem der Weizenphysiologie als Grundlage der Weizenpathologie heranzugehen.

Denn wenn nunmehr im folgenden versucht wird, aus den bisherigen Ergebnissen die zu Beginn der Arbeit geforderte Arbeitshypothese zu bilden, welche als Leitschnur eigentlich naturwissenschaftlich-analytischer Bearbeitung des Problems dienen kann, so dürfte die folgende Formulierung den Tatsachen gerecht werden können:

An der Hervorbringung der als Schwarzbeinigkeit des Weizens bekannten Fußkrankheit sind außer anderen Umwelt- insbesondere Bodenfaktoren, auch Pilze notwendig beteiligt. Jenen kommt der Wert ermöglichender, diesen die Rolle verwirklichender Faktoren zu.

Damit ergibt sich, wenn nunmehr ein Programm entwickelt werden soll, zunächst die Notwendigkeit, die Physiologie des Pilzes zu klären. Es dürfte sich erübrigen, hier ins Einzelne zu gehen, da der Weg für diesen Teil des Problems hinreichend vorgezeichnet erscheint, insbesondere in Richtung auf die Erfassung der verschiedenen Rassen des Pilzes in ihren physiologischen Ansprüchen und Äußerungen.

Anders bei den ermöglichenden Faktoren, auf die, ihrem Charakter nach, besonderes Gewicht zu legen sein wird, da sie am ehesten den Schlüssel zur Bekämpfung der Kalamität in die Hand geben. Ihre Behandlung zerfällt methodologisch in zwei natürliche, nebeneinanderherlaufende, in engster Abhängigkeit voneinander stehende Arbeitsbahnen, von denen die eine landwirtschaftliche Methoden anwendet, den Feldversuch als Versuchsform, Sorte¹⁾, Vorfrucht²⁾, Bearbeitung, Düngung, Saatzeit als Variationen sowie den Ertrag neben der Befallshöhe als Erfolgskriterien. Die andere dagegen bedient sich physiologischer und chemischer Methoden, der Wasserkultur und des Gefäßversuches als Versuchsform. Sie wendet Änderungen der Konzentration, Azidität, Pufferung, Nährstoffmangel usw. als Variationen, sowie Erfassung einer möglichst großen Anzahl vitaler Funktionen (Atmung, Transpiration, Assimilation) neben Ertrag und Infektionserfolg zur Beurteilung des Versuchsergebnisses an.

¹⁾ Hier wird auch das Problem des Sommerweizenbaus zu prüfen sein.

²⁾ Insbesondere ist hier an die Rückverfolgung der Vorfrucht- und Düngungsverhältnisse in bestimmten geschlossenen Wirtschaftsbetrieben auf lange Zeit zu denken.

In den Bereich dieser physiologischen und landwirtschaftlichen Untersuchungen dürfte auch die Erprobung und Bearbeitung eigentlicher Heilmaßnahmen fallen. Gedacht ist hier an die Spritzung mit Schwefelsäure, deren Wert insbesondere von französischen Autoren (u. a. Gaudineau und Guyot 1925) hervorgehoben wird, oder mit Kupfersulfat (Mencacci 1928), wie auch an die insbesondere von Crüger (1929) empfohlene Superphosphatbehandlung.

Diese Behandlungsmethoden dürften unserer Meinung nach jedoch kaum eine direkte Bekämpfung des Pilzes darstellen, wie Gaudineau und Guyot für die Schwefelsäurebehandlung angeben, sondern vielmehr Einwirkungen auf die Pflanze etwa im Sinne einer Stimulation sein. Der landwirtschaftlichen Arbeitsrichtung käme die praktische Erprobung solcher Methoden zu, in den physiologischen Arbeitsplan hätten sie als Regenerationsphysiologie des Weizens Aufnahme zu finden. Man könnte in diesem Sinne hier von „unspezifischer Reiztherapie“ sprechen.

Untrennbar mit den physiologischen und landwirtschaftlichen Arbeiten verbunden haben die bodenkundlichen Untersuchungen hinzutreten, denen, wie nach dem Vorangegangenen einleuchtend erscheint, besonderer Wert zukommt. Dürften sie doch am ehesten zu direkt greifbaren Erfolgen führen. Sie werden sich erstens mit der Fortsetzung der reinen Beobachtungstätigkeit zu befassen haben unter möglichst weitgehender Auflösung des Komplexes „Bodentypus“ und Herausschälung der für die Gefährdung verantwortlichen Einzelfaktoren. Der Beobachtungsbefund ist umgekehrt experimentell im Rahmen der angedeuteten physiologischen und landwirtschaftlichen Versuche zu bestätigen. Es ist nach dem bisherigen wahrscheinlich, daß ein wesentlicher Faktor die Adsorptionskapazität des Bodens ist. Damit wird das Problem akut, wie diese durch zweckentsprechende Maßnahmen zu erhöhen sei, mit anderen Worten, wie einem Podsol Tschernosemeigenschaften verliehen werden können. Da es unmöglich ist, den Gehalt an mineralischen Zeolithen zu erhöhen, mündet das Problem hier in die Humusfrage; denn nur durch Zufuhr von basischem Humus kann das Ziel erreicht werden (vgl. Stebutt 1930, S. 495). Die Mitteilung Fellows (1929), daß der Zusatz organischer Substanz zu dem Boden in von ihm angestellten Versuchen den Befall weitgehend abschwächte, spricht für eine Entwicklung des Problems in der angedeuteten Richtung.

Da die erforderliche Bodenverbesserung mit einer Anreicherung an gesättigtem Humus bestehen muß, fällt hier insbesondere der landwirtschaftlichen Bearbeitung des Fragenkomplexes die Aufgabe zu, festzustellen, welche Formen der Stallmist- und Gründüngung zum Ziel führen, da zweifellos durch manche Düngungsmaßnahmen eine Anreicherung an ungesättigtem Humus wird erfolgen können. Aus dem rein mykologisch-pathologischen Problem wäre damit ein allgemein landwirtschaftliches und insbesondere bodenkundliches geworden.

Literaturverzeichnis.

- Blunck, H., Die Fußkrankheiten des Getreides. Ill. Ldw. Ztg., **18**, 1929.
- Crüger, O., Fußkrankheit an Weizen, Roggen und Gerste. Angew. Bot., **11**, 1—24, 1928.
- Fellows, H., The influence of oxygen and carbon dioxide on growth of *Ophiobolus graminis* in pure culture. Journ. Agric. Res., **37**, 6, 1928.
- Studies of certain soil phases of the wheat take-all problem. (Ophiobolus.) Phytopath., **19**, 1929, 103.
- Gaudineau (Mlle) u. Guyot, H., De quelques facteurs qui influencent le développement de la maladie du piétin du blé. Rev. Pat. Veg. et Ent. Agric., **22**, 1925.
- Gedroiz, Der absorbierende Komplex des Bodens. Berlin 1929.
- Kleine, R., Die Fußkrankheiten des Getreides. Pommernblatt, **32**, S. 737 bis 738, 1929.
- Kirby, R. S., The take-all disease of cereals and grasses. Phytopath., **12**, 1922.
- Krüger, Fr., Untersuchungen über die Fußkrankheiten des Getreides. Arb. d. Biol. Reichsanst., 1908, **45**, 3.
- Mencacci, Sopra alcuni tentativi di lotta contra il mal del piede del Frumento. Boll. della Reg. Staz. di Fitopatol., 8. Jahrg., 1928, S. 312.
- Schaffnit, E., Ertragseinbußen im Getreidebau durch Fußkrankheiten. Mitt. der D. L. G., **45**, S. 247—251, 1930, ref. D. Landw. Rdsch., 5/6., 1930.
- Stebutt, A., Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde, der Boden als dynamisches System. Berlin 1930.
- Stevens, F. S., Foot-rot diseases of wheat historical and bibliographical. Bull. Nat. Hist. Survey. Illinois Dept. of Reg. and Education, **13**, 1919.

Kleine Mitteilungen.

Kunstlichtkultur.

Von Dr. J. W. M. Roodenburg.

Vorbemerkung des Herausgebers: Verfasser hat Untersuchungen mit verschiedenen Lichtquellen gemacht, um das Wachstum der Pflanzen in Gewächshäusern während der Wintermonate durch Bestrahlen mit künstlichem Licht zu verbessern. Es ist ihm auf diese Weise gelungen, Pflanzen zu vollständiger Entwicklung zu bringen. Obwohl er davon überzeugt ist, daß eine praktische Anwendung der Methode wegen der Kosten im allgemeinen nicht in Frage kommen kann, so glaubt er doch annehmen zu können, daß es unter Umständen von Nutzen sei, im Gartenbau, bei der Samenprüfung, zur Ausführung von Kreuzungen und zu botanisch-physiologischen Untersuchungen die Pflanzen in künstlichem Licht aufzuziehen. Zu den Untersuchungen dienten verschiedenartige Lichtquellen und Anordnungen, die im einzelnen im Heft 14 der „Mededeelingen van der Landbouwhoogeschool te Wageningen (Nederland), Oktober 1930“ beschrieben sind. Im folgenden gibt der Verfasser eine Zusammenfassung seiner Ergebnisse.

Glühlampen: Begonnen wurde im Spätjahr 1928 mit der Untersuchung, inwieweit Licht von Halbwattlampen brauchbar sei. Es zeigte sich, daß die Glühlampen weniger günstige Eigenschaften besitzen, wenn mit starken Belichtungen gearbeitet werden muß. Man bemerkt dann, daß die Wärmestrahlung in ihrer Wirkung stärker ist, als das sichtbare Licht: die Pflanzen wachsen zu sehr in die Länge. Gebraucht man geringere Lichtstärke, so ist die Temperaturerhöhung weniger von Belang, aber die günstige Wirkung des sichtbaren Lichtes geht dann stark zurück. Nimmt man dagegen eine sehr starke Belichtung, welche als solche gut zu gebrauchen wäre, so wird die Wärmestrahlung so kräftig, daß hierdurch die Wirkung der erhöhten Lichtstärke zum Teil aufgehoben wird. Außerdem kommt man dann auf einen sehr hohen Stromverbrauch, was für praktische Anwendung auch nicht gerade geeignet ist. So ist man also bei Glühlampen gezwungen, zwischen zu wenig Licht oder zu viel Wärme zu tasten. Im allgemeinen wurden die besten Resultate bei einer Beleuchtung von 5000 H. Lux erzielt. 1000 Lux war nur für einige Pflanzen geeignet, während man nicht viel höher als 9000 Lux wegen übermäßiger Hitze gehen kann.

Das letztere gilt für eine Glühlampenbeleuchtung ohne spezielle Einrichtungen zum Wegnehmen der Wärmestrahlung. Dergleichen Einrichtungen werden viel zu umständlich und sind nur für experimentelle Zwecke und nicht für praktischen Gebrauch geeignet. Eine erste Anforderung ist, daß das elektrische Licht so vorteilhaft wie möglich gebraucht wird. Darum ist es nötig, bei Glühlampenbeleuchtung auch die große Menge Wärme vollkommen zu verwenden, weil sonst der Stromverbrauch im Verhältnis zum erreichten Effekt viel zu hoch ist. Das kann man am besten im kleinen dadurch tun, daß man z. B. von der hohen Temperatur Gebrauch macht, um Samen, die viel Wärme brauchen, schnell keimen zu lassen.

Keimschrank: Von diesem Gedanken ausgehend, ist ein Keimschrank entworfen, in dem mit einer ziemlich kleinen Glühlampe (75 oder

100 Watt) z. B. in 3 bis 4 Tagen aus einer größeren Menge Gurkensaat aussetzbare Keimpflanzen erhalten werden können. Die Wärme der Glühlampe wird in dem Schrank zusammengehalten, so daß die gute Keimtemperatur erreicht wird. Die jungen Pflanzen erhalten sofort beim Herauskommen eine reichliche Menge Licht, so daß Chlorophyllbildung und Kohlensäureassimilation unmittelbar anfangen können.

Im allgemeinen kommt eine Glühlampenbelichtung für die meisten Pflanzen auf einen Verbrauch von 300 bis 400 Watt/m². Hieraus folgt schon unmittelbar, daß das Belichten von größeren Flächen schnell zu einem hohen Stromverbrauch führen wird. Die Glühlampen sind also höchstens zur Anwendung im kleinen geeignet, oder wenn nur geringe Intensitäten nötig sind.

Neonlicht: Eine weit allgemeinere Brauchbarkeit kommt dem Neonlicht zu, dem Licht von Entladungsröhren mit Neongas, das mit einer intensiv roten Farbe die stärkste Chlorophyllbildung und die beste Blattentwicklung gibt. Diese Wirkung wird durch den Umstand erreicht, daß die Kohlensäureassimilation im roten Licht ihr Maximum hat. Bei Neonlicht tritt keine starke Wärmestrahlung auf, ohne Schwierigkeiten kann man also von kräftigeren Belichtungen Gebrauch machen. Andererseits hat auch bereits eine geringe Neonbelichtung eine gute Einwirkung, so daß mit geringen Intensitäten und also mit beschränktem Stromverbrauch gearbeitet werden kann (z. B. 75 Watt/m²). Dieser Umstand macht Neon zum Belichten größerer Oberflächen besser geeignet als die Glühlampen.

Durch Ausstrahlung des Neonlichtes durch eine lange Leuchtröhre erreicht man zugleich viel bequemer eine gleichmäßige Belichtung als mit Glühlampen, welche doch stets mehr oder weniger punktförmige Lichtquellen sind. Darum läßt sich mit einer Neonröhre eine bessere Wirkung erzielen als mit einer Glühlampenreihe.

Auch die Lebensdauer der Lichtquellen ist ein wesentlicher Faktor. Bei großen Glühlampen kann man diese gewöhnlich auf ungefähr 1000 Brennstunden ansetzen, wonach der Glühdraht meistens durchbrennt. Das bedeutet, daß die Lampe bei dem intensiven Gebrauch, von dem hier die Rede ist, einen Winter Dienst tut. Neonröhren hingegen haben viel größere Lebensdauer. Bei den Neonröhren für Niederspannung, die am meisten zum praktischen Gebrauch geeignet sind, kann man auf ungefähr 2000 Brennstunden rechnen. Diese tun also viel länger ihren Dienst.

Quecksilberlicht: Eine dritte Lichtart, mit der Versuche angestellt wurden, wurde durch Entladungsröhren aus gewöhnlichem Glas mit Quecksilberdampf erhalten. Hierbei erhält man ultraviolettes Licht bis 3341 ÅE. Das blaue Quecksilberlicht, wie es anfangs verwendet wurde, kann bei großen Intensitäten wohl zum Kürzer- und Kräftigerhalten von schnellwachsenden Pflanzen dienen, aber dann ist ein viel zu hoher Stromverbrauch nötig, während das Licht für die Kohlensäureassimilation wenig geeignet ist. Beschädigungen von Pflanzen sind jedoch niemals beobachtet.

Eine ausgiebigere Methode der Bestrahlung mit ultraviolettem Licht zur Einschränkung des übermäßigen Längenwachstums in besonderen Fällen muß noch ausgearbeitet werden. Eine Dauerbehandlung mit ultraviolettem Licht von kürzerer Wellenlänge (bis 2800 ÅE) schien unter bestimmten Umständen wesentliche Beschädigungen der Pflanzen verursachen zu können. Die richtige Dosierung muß also erst sorg-

fältig festgestellt werden. Übrigens wird der Bedarf der Pflanzen an ultravioletem Licht gewöhnlich sehr stark überschätzt. Man ist dabei geneigt, die Pflanzen mit Menschen und Tieren auf eine Stufe zu setzen. In den meisten Fällen kann man sehr gut Pflanzen zu kräftiger Entwicklung bringen, wenn man nur dafür sorgt, daß die Kohlensäure-assimilation genügend stattfinden kann. Ultraviolettes Licht besitzt dafür keine guten Eigenschaften.

Die Verwendung einer Glühlampe mit ultraviolett durchlässigem Glas hat sehr wenig Bedeutung. Um einigermaßen brauchbare Mengen ultraviolettes Licht von kürzerer Wellenlänge zu erreichen, ist eine sehr starke Belichtung nötig, die natürlich mit hinderlicher Wärmestrahlung verknüpft ist.

Reflektoren: Die Brauchbarkeit einer künstlichen Belichtung hängt in hohem Maße von der Zweckmäßigkeit der Reflektoren ab. Diese müssen eine gleichmäßige Belichtung der gesamten bepflanzten Oberfläche geben und so reflektieren, daß nach Möglichkeit das gesamte ausgestrahlte Licht dem Gewächs zugute kommt. Auch muß, vor allem bei Glühlampen, die warme Luft an der Oberseite des Reflektors entweichen können, um zu verhüten, daß sie allzu heiß wird. Ein Typ Reflektor, der diesen Vorschriften genügt, ist entworfen, da die bestehenden runden Reflektoren für Pflanzenzucht zu wenig brauchbar sind. Das neue längliche Modell gab eine gleichmäßigere Belichtung, warf eine große Menge Licht auf die Pflanzen und war so konstruiert, daß Ventilation möglich war. Der Reflektor hat sich im Gebrauch bewährt.

Wirkung des Kunstlichtes: Die Einwirkung des Kunstlichtes auf die Pflanzen erwies sich als eine sehr gute. Natürlich war noch nicht sofort für jede Pflanze die richtige Aufzuchtmethode gefunden, um so mehr als mit ganz anderen Verhältnissen gearbeitet werden mußte, als in der gewöhnlichen Gewächshauskultur. An erster Stelle wurde erreicht, daß im Winter Chlorophyll in größerer Menge gebildet wurde und daher die Pflanzen ein grüneres Aussehen bekamen. Dem folgte eine reichere Kohlensäureassimilation, wodurch die Pflanzen sich stärker entwickelten. Die Menge der neugebildeten Blattmasse wurde dadurch viel größer. Nicht nur die Anzahl der Blätter war größer, sondern auch die Oberfläche der einzelnen Blätter. Die Stengel wurden dicker und kräftiger, das Wurzelsystem ausgedehnter. Zum Schlusse wurden auch als Folge der erhöhten Kohlensäureassimilation Blüten entwickelt und sogar da, wo es gewöhnlich nicht der Fall ist (z. B. an Erdbeerausläufern).

Sowohl die Chlorophyllbildung als auch die ganze Entwicklung der Pflanzen war unter Neonlicht am reichsten.

Auch Dauerbestrahlung, Tag und Nacht ununterbrochen, vertragen die meisten Pflanzen ausgezeichnet. Man bekommt dadurch eine gute Entwicklung, und die viel verbreitete Ansicht, daß Pflanzen Nachtruhe nötig hätten, ist also im allgemeinen nicht richtig. Abweichend verhält sich jedoch die Tomate, welche nach einiger Zeit Dauerbelichtung Krankheitserscheinungen zeigt, nämlich gelbe Flecken zwischen den Blattnerven. Eine vollständige Erklärung hierfür kann noch nicht gegeben werden, doch hat sich gezeigt, daß die Art des verwandten Lichts hier eine wesentliche Rolle spielt.

Pflanzen verschiedenen Charakters: Sehr voneinander abweichende Typen von Pflanzen sind untersucht worden, wobei deutlich

verschiedene Anforderungen im Hinblick auf die Belichtung zur Äußerung kamen. Bei der Anwendung von elektrischem Licht muß man sich gut Rechenschaft geben von den Eigenschaften der Pflanzen, die man belichten will. Die höchsten Anforderungen stellen die aus Saat gezogenen Pflanzen, die von Anfang an noch alles durch Kohlensäureassimilation aufbauen müssen. Außerdem wachsen sie ohne spezielle Maßnahmen schnell zu sehr in die Länge.

Ausgewachsene Pflanzen, welche im vorhergehenden Sommer reichlich Reservenernährung angesammelt haben, können mit weniger Licht auskommen.

Die geringsten Anforderungen stellen die Gewächse, welche getrieben werden, vor allem Blumenzwiebeln. Diese können bequem auch ohne Extralicht zur Blüte kommen, weil die Blüten schon vor Beginn des Treibens in der Anlage vorhanden waren und die Pflanzen über eine beträchtliche Menge Reservematerial verfügen. Wenn in der Literatur doch ein schnelleres Aufblühen beschrieben wird, so ist es auf die übermäßige Wärmestrahlung der verwandten Glühlampen zurückzuführen. Mit Extra-Heizwärme kann dasselbe erreicht werden. Die einzige Bedeutung, welche Kunstlicht für diese Treibgewächse haben kann, ist die Entstehung einer größeren Menge Chlorophyll, so daß ein frisches Grün an Stelle der Treibhausfarbe erhalten wird. Durch die erhöhte Kohlensäureassimilation wird das Gewächs dann auch noch etwas kräftiger.

Keimpflanzen: Bei Saatgut hat man im Winter oft dadurch Schwierigkeiten, daß die Keimpflanzen in großer Zahl umfallen und an den Folgen einer Schimmelkrankheit an der Basis der noch zarten Stengel zugrunde gehen. Es hat sich nun gezeigt, daß diese Keimpflanzenkrankheit durch künstliche Belichtung verhütet werden kann. Die jungen Pflanzen wachsen dann schneller über das kritische Stadium hinaus. Mit Glühlampenlicht kann nur eine starke Bestrahlung genügen, mit Neonlicht erreicht man auch bereits mit geringeren Intensitäten gute Resultate.

Zum Keimen im Glühlampenlicht eignete sich am besten die Gurke und auch die Melone, von denen in dem bereits erwähnten Keimschrank schnell gesunde junge Pflanzen erhalten werden konnten. Diese Keimpflanzen konnten weiter am besten unter Neonlicht gezogen werden, sie entwickelten sich zu kräftigen Pflanzen.

Auf gleiche Weise ließen sich normal im Gewächshaus gesäte Lathyruspflanzen schnell aufziehen bis zu dem Zeitpunkt der Verpflanzung an den endgültigen Platz. Diese Vorzucht der jungen Pflanzen mit Kunstlicht scheint eine gut brauchbare Methode zu sein, um früher mit der Kultur anfangen zu können. Wenn der Zeitpunkt gut gewählt ist, kann dann im Frühjahr das Sonnenlicht die Arbeit übernehmen. Das ist eine sparsame Methode der Kunstlichtanwendung, weil so eine große Anzahl Pflanzen zugleich auf einer kleinen Oberfläche belichtet werden können. Der Stromverbrauch je Pflanze ist dann nicht hoch.

Erdbeeren: Gute Resultate wurden bei der Frühzucht von Erdbeeren erhalten. Obwohl diese Pflanzen bereits im voraus Blüten ansetzen, bekommt man doch den Eindruck, daß die Blüte durch Belichtung reichlicher wird. Es scheint, daß der Prozeß der Blütenbildung sich bei der erneuten Entwicklung der Pflanze fortsetzt. Durch die Belichtung wird viel frisches grünes Blatt gebildet und die Früchte

werden von guter Qualität durch die reichliche Zufuhr von Kohlehydraten, die durch das Licht in den Blättern entstehen.

Convallarias: Zum Schluß läßt sich das Kunstlicht gebrauchen zur Verschönerung des Aussehens von getriebenen Blumenpflanzen. Maiglöckchen sind hiervon ein gutes Beispiel. Das Grün ist oft im Winter schwach und gelblich bleich. Durch eine kurze Behandlung mit Kunstlicht am Ende der Treibperiode kann hierin eine Verbesserung hervorgerufen werden. Blatt und Blumenstengel werden nun frischgrün und die weißen Blumen heben sich besser ab.

Die vorläufigen Versuche haben also ergeben, daß wirklich gute Anwendungsmöglichkeiten für Kunstlicht in der Pflanzenkultur im Winter bestehen.

Eine erste Anforderung hierbei ist jedoch, daß das elektrische Licht nicht ins wilde hinein gebraucht wird, sondern daß im voraus für alle Fälle genau untersucht wird, auf welche Weise ökonomisch gearbeitet wird.

Für eine rentable Kunstlichtkultur ist es notwendig, daß die Stromkosten mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln so niedrig wie möglich gehalten werden. Das Tageslicht muß also soviel wie möglich ausgenutzt werden, das Kunstlicht soll ausschließlich als ergänzende Belichtung während der Nachtstunden, in denen auch der niedrigste Tarif zu bekommen ist, angewandt werden. Der verbrauchte elektrische Strom muß auch wirklich zum größten Teil den Pflanzen zugute kommen. Darum müssen die Lichtquellen den höchstmöglichen Nutzeffekt geben vor allem auch in bezug auf die Kohlensäureassimilation der Pflanzen. Das beste, was wir im Augenblick in dieser Hinsicht besitzen, ist Neonlicht. Durch Gebrauch von speziellen Pflanzenbelichtungsreflektoren kann zugleich erreicht werden, daß alles Kunstlicht gleichmäßig auf die Pflanzen geworfen wird, umgekehrt muß also auch die belichtete Oberfläche gänzlich mit Pflanzen besetzt sein. Hieraus folgt, daß um so geringere Unkosten je Pflanze aufzutreten, je mehr Pflanzen je Quadratmeter untergebracht werden können.

Selbstverständlich wird man diejenigen Pflanzenarten zur Belichtung wählen, welche eine nicht zu hohe Lichtintensität nötig haben, oder bei denen die Dauer der Belichtung kurz sein kann.

Im Gartenbau wird die Wahl an erster Stelle auf Gewächse fallen, die einen guten Preis aufbringen können. Hier kommt vor allem die Blumenzucht in Frage.

Am vorteilhaftesten kann man junge Pflanzen auf einer kleinen Oberfläche zusammen belichten, bis sie auf den endgültigen Platz gesetzt werden können. Die Kultur kann dann früh beginnen in einer Zeit, in der das Sonnenlicht noch unzureichend ist.

Es wäre praktisch, einen Teil des Gewächshauses mit einer festen Lichtinstallation zu versehen, um dort jedesmal die Pflanzen unterzubringen, die eine Behandlung nötig haben.

Diese Untersuchungen wurden ermöglicht durch die Unterstützung der Philips' Glühlampen A. G. zu Eindhoven und die gastfreie Aufnahme durch Herrn Prof. Ir. A. M. Sprenger in seinem „Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt“ in Wageningen (Holland).

Die Reinschen Ferienkurse in Jena finden vom 3. bis 15. August 1931 statt. Die Leitung der Abteilung Naturwissenschaften hat nach dem Tode von Prof. Dr. W. Detmer Privatdozent Dr. H. Brintzinger-Jena übernommen. Das Programm wird durch das Sekretariat: Frä. C. Blomeyer, Jena, Carl-Zeiss-Platz 15, unentgeltlich versandt.

Besprechungen aus der Literatur.

Acta Forestalia Fennica, *Silva Fennica* und *Commentationes forestales*. Herausgegeben von der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft für Finnland in Helsingfors 1930.

Über die bisher herausgegebenen Bände der *Acta Forestalia Fennica* 1—36 (1909—1930), der *Silva Fennica* 1—16 (1926—1930) und der *Commentationes forestales* 1—4 (1928—1930) ist ein Inhaltsverzeichnis erschienen, das sowohl eine Liste nach der Reihenfolge der Arbeiten als auch eine alphabetische Liste nach den Namen der Autoren enthält. Während die *Acta* wissenschaftliche Untersuchungen über die finnische Waldwirtschaft und die *Silva Fennica* Aufsätze zur Waldwirtschaft Finnlands ohne den Charakter eigentlich wissenschaftlicher Untersuchungen enthalten, bringen die *Commentationes* Untersuchungen und Aufsätze über die Waldwirtschaft anderer Länder. Die Veröffentlichungen sind entweder in finnischer Sprache mit einer ausführlichen Zusammenfassung in deutsch, englisch, oder französisch geschrieben oder ganz in einer dieser drei Weltsprachen.

K. Snell.

Lepik, E. Untersuchungen über den Biochemismus der Kartoffelfäulen. I. Der Einfluß der *Phytophthora*-Fäule auf die chemische Zusammensetzung der Kartoffelknolle. Dissertation der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Druck Dessau 1929, 109 S., 24 Tab., 15 Abb.

Um Fehlerquellen möglichst auszuschalten, wurden die Versuche zum größten Teile an Kartoffelvierteln und in Kulturröhren mit Kugel ausgeführt. Die chemischen und mikrochemischen Vergleichsuntersuchungen von gesunden und von *Phytophthora*-kranken Knollen zeigten folgende Unterschiede. Der Trockensubstanzgehalt vermindert sich bei den kranken Knollen um durchschnittlich 10 %, doch verbraucht der Pilz tatsächlich größere Trockensubstanzmengen. Bei der Bestimmung der Trockensubstanz werden natürlich auch die vom Pilz neu gebildeten Stoffe mit erfaßt. Die Pentosane wurden nach dem Tollensverfahren bestimmt und für kranke Knollen eine Pentosanzunahme von 0,35—0,66 % der Trockensubstanz und 27,17—42,01 % der Gesamtpentosane analog der Befallsstärke festgestellt, wobei die Pilzhyphe selbst an Pentosanen 2 % der Trockensubstanz enthalten dürften. Für die Methylpentosane konnten aus Mangel an geeigneten Bestimmungsmethoden keine einwandfreien Resultate erzielt werden. Der Roh- und Holzfasergehalt, der nach dem Glycerin-Schwefelsäure-Verfahren nach König gefunden wurde, zeigt sowohl bei gesunden sowie kranken Knollen einen deutlichen Parallelismus zum Pentosangehalt. Roh- und Holzfaser nehmen bei kranken Knollen um 0,74—1,6 % der Trockensubstanz zu. Im Gegensatz zu den Pentosanen, Methylpentosanen und der Roh- und Holzfaser nimmt die Stärke in den kranken Knollen um 4,68—5,78 % der Trockensubstanz und um 6,56—9,03 % der Gesamtstärkemenge ab. Der Pilz verbraucht nur geringe Stärkemengen. In weit größerem Maße wird die Stärke durch chemische Prozesse in andere Stoffe übergeführt. Im Zusammenhange mit dem Stärkeverlust und wahrscheinlich auf Kosten der Stärke steht eine starke Zunahme des Zuckergehaltes in den kranken Knollen.

Während Obstfäulen u. a. den Säuregrad des Zellsaftes erhöhen, tritt bei *Phytophthora*-Befall stets eine alkalische Reaktion des Zellsaftes auf. Ferner konnte nachgewiesen werden, daß der wichtigste Faktor für eine *Phytophthora* Ausbreitung der Sauerstoff ist. Die chemische Zusammensetzung und auch der Wassergehalt der Knolle spielen eine untergeordnete Rolle, so kann eine trockene Aufbewahrung der Knollen eine weitere Ausbreitung der *Phytophthora* nicht hemmen, wohl aber bei Luftabschluß sistieren.

Bei der Beurteilung vorstehender Resultate ist zu berücksichtigen, daß die Histochemie heute noch wesentliche Lücken aufweist und daß den exakten, quantitativen Bestimmungen sich oft allergrößte Schwierigkeiten in der Methodik entgegenstellen. Bärner, Berlin-Dahlem.

Sosnin, A. Untersuchungen über die „Dürrewiderstandsfähigkeit einiger Tabaksorten und der damit zusammenhängenden Merkmale für die Zuchtwahl“. Journal der Verwaltung des Botanischen Gartens in Nikita, Yalta, Halbinsel Krim. Vol. X, Nr. 3. 1930, S. 107—130.

Sosnin prüfte 12 Sorten „Dübek“-Tabak und 8 Sorten anderer Zigarettenarten, sowie 5 Zigarrentabake, die im Süden der Halbinsel Krim gewachsen waren in bezug auf die Trockenfestigkeit (Dürrewiderstandsfähigkeit).

Der Autor hat festgestellt, daß die trockenfesteren Tabaksorten eine größere Feinheit des Wurzelsystems, eine engere Ausbildung der Spaltöffnungen, eine geringere Anzahl von Spaltöffnungen in bezug auf die Flächeneinheit, eine dichtere Blattstellung und eine stärkere Behaarung der Blätter aufweisen. P. Koenig, Forchheim.

Berichtigungen.

Zum Mitgliederverzeichnis vom 1. 1. 1931:

Branscheidt, Dr. P., Privatdozent für angewandte Botanik an der Universität Würzburg, Unterer Dallenberg 6.

In der Berichtigung zum Mitgliederverzeichnis auf Seite 93 dieses Bandes muß es heißen

Kükenthal statt Kückenthal.

Personalmeldungen.

Verstorbene Mitglieder:

Mertens, Prof. Dr., Leiter des Museums für Natur- und Heimatkunde in Magdeburg am 1. Januar 1931.

Müller, Prof. Dr. H. C., Direktor der Agrik.-Chem. Kontrollstation und der Versuchsstation für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer in Halle (Saale) im Alter von fast 65 Jahren am 27. Februar 1931.

Untersuchungen über den Steinbrand des Weizens

Von

Curt Bonne.

(Mit 4 Abbildungen.)

I. Einleitung.

Bei der Bedeutung, welche die Steinbrandbekämpfung in der landwirtschaftlichen Praxis hat, kann die große Anzahl von Arbeiten über die Biologie des Krankheitserregers *Tilletia tritici* nicht überraschen. Die Fortschritte in der Erkenntnis der einschlägigen Fragen sind mit den Namen Kühn, Hoffmann, Schindler, Brefeld, v. Tubeuf, Volkart, Appel, Gaßner, Riehm, Lang, Hahne, Rabien u. a. eng verknüpft. Einzelheiten über die Ergebnisse der angeführten Autoren sollen im Laufe der Arbeit Erwähnung finden. Obwohl es den Anschein haben könnte, daß bei den zahlreichen Untersuchungen alle Probleme restlos geklärt sind, so zeigt es sich, daß auch heute noch eine ganze Reihe von Einzelfragen weiterer Untersuchung wert sind und die Vertiefung unserer Kenntnisse wünschenswert erscheinen muß. Die folgenden Untersuchungen enthalten zum Teil eine Erweiterung unserer bisherigen Kenntnisse der Infektionsbedingungen, zum Teil werden auch Fragen angeschnitten, die bisher noch nicht behandelt sind. Die Mehrzahl der Versuche wurde in dem Betriebe der Saatzuchtwirtschaft Fr. Strube-Schlanstedt durchgeführt, einzelne besondere Versuche im Botanischen Institut zu Braunschweig.

2. Die Auswertung der Versuchsergebnisse und die Frage der Fehlerberücksichtigung sowie Einzelheiten der Versuchsdurchführung.

Auch wenn die Infektion des Saatgutes mit genau gleichwertigem Material und genau gleichen Sporenmengen an reinen Linien von Weizensorten durchgeführt wird, wenn sämtliche anderen Versuchsbedingungen wie: Bodenbeschaffenheit, Düngung und Aussaatzeit gleich gehalten werden, so ergeben sich erfahrungsgemäß zwischen den einzelnen Wiederholungen doch oft recht beträchtliche Unterschiede

in der Höhe der erhaltenen Brandprozente. Während in früheren Untersuchungen in einfacher Weise die Ergebnisse der einzelnen Parzellen in Vergleich gestellt wurden, so ist neuerdings durch häufigere Wiederholung und die Berechnung des mittleren Fehlers „m“ versucht worden, die Versuchsergebnisse auf eine sicherere Basis zu stellen (19)¹. Von dieser Berechnung sowie Vergrößerung der Wiederholungszahl über eine hinaus, ist in Folgendem Abstand genommen, weil sich die Berechnungsweise von „m“ für Brandinfektionsversuche nicht eignet. Durch die größere Anzahl der Wiederholungen jeden Versuches und die Berechnung des mittleren Fehlers soll die Höhe der zufälligen, die Versuchsanstellung beeinflussenden Fehler berücksichtigt werden. Da aber bei ganz gleicher Versuchsanstellung und vielfacher Wiederholung trotzdem in fast allen Versuchsreihen einzelne Wiederholungen besonders große Abweichungen zeigen, scheint es sich bei Steinbrandversuchen nicht um zufällige Fehler zu handeln. Das geht aus dem folgenden Beispiel (Tab. I) eindeutig hervor. Wir haben aus unseren in verschiedenen Jahren durchgeführten Versuchen die Werte für die unbehandelten Parzellen, die jeweils in einer Serie unter in jeder Beziehung gleichmäßigen Bedingungen infiziert und ausgesät waren, zusammengestellt und von ihnen den mittleren Fehler berechnet. Es sei darauf hingewiesen, daß die zu einer der folgenden Versuchsreihen gehörenden Parzellen stets auf einer unter 100 qm liegenden Fläche, also dicht beieinander angebaut waren.

Die Ursache der verhältnismäßig starken Schwankungen (Tab. I) in den Versuchsreihen liegt offensichtlich darin, daß es sich um die gegenseitige Beeinflussung von zwei Organismen handelt, die jeder für sich in verschiedener Weise von äußeren und inneren Faktoren abhängig sind. So müssen wir stets mit der Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit rechnen, daß sich etwaige Schwankungen gegenseitig aufheben, andererseits aber auch addieren können. Wir haben es also bei Steinbrandversuchen mit einem systematischen Fehler zu tun, für dessen Berücksichtigung die Berechnung des mittleren Fehlers nicht ausreicht. Leider besteht daher nicht die Möglichkeit, die unvermeidlichen Schwankungen durch eine Erhöhung der Zahl der Wiederholungen, wie wir gesehen haben, auszugleichen.

¹ Nach Abschluß dieser Arbeit erschien die Veröffentlichung Hülsenbergs (36). Sie ist vor allem deshalb nicht berücksichtigt worden, weil sie in der Auffassung des in Frage stehenden Problems von ganz anderen Voraussetzungen ausgeht.

Tabelle I.

Berechnung des mittleren Fehlers bei Steinbrand-
infektionsversuchen.

Infektionsweise: 5 g Sporen auf 1 kg Weizen.

Sorte: Strubes General von Stocken-Winterweizen.

Aussaat, Aufgang, Schossen und Ernte in jeder Versuchsreihe gleichzeitig.

Parzellengröße und Pflanzenzahl: Je 200 Korn in einer Reihenweite von
20 cm und 5 cm Abstand.

	Brandprozente			
	1925/26		1926/27	1927/28
	1. Serie	2. Serie		
	a) 88,2	a) 89,0	a) 72,8	a) 65,5
	b) 81,2	b) 96,2	b) 74,7	b) 65,3
	c) 95,0	c) 86,6	c) 56,7	c) 81,0
	d) 94,6	d) 85,3	d) 62,0	d) 81,0
	—	e) 82,0	e) 82,0	e) 65,7
	—	f) 13,7	f) 88,0	f) 57,5
	—	—	—	g) 45,6
	—	—	—	h) 65,0
Mittel	= 89,7	= 75,5	= 72,7	= 65,8
m ¹⁾	= ± 3,3	= ± 12,5	= ± 3,9	= ± 4,1
m %	= 3,7	= 16,5	= 5,0	= 6,2

Aus diesem Grunde habe ich mich in späteren Versuchen darauf beschränkt, bei jedem Einzelversuch mit zwei Parzellen von je 200 Korn zu arbeiten. Es wurde jedoch versucht, eine Erhöhung der Sicherheit der Ergebnisse dadurch zu erzielen, daß in möglichst vielen Versuchsserien mehrere Weizensorten geprüft wurden. Bei gleichem Verhalten mehrerer Weizensorten scheint uns ein Ergebnis gesicherter zu sein, als bei vielfacher Wiederholung mit einer einzelnen Sorte und hohem mittleren Fehler.

Was die Ablesung der Brandprozente anbetrifft, so wurden die kranken Pflanzen, nicht die Ähren, gezählt, da es darauf ankam, die eingetretenen Infektionen festzustellen. Bei Berücksichtigung der verbrannten Ährenzahl können aber durch Ungleichheiten in der Bestockung neue Fehlerquellen hinzukommen.

$$^1) m = \sqrt{\frac{s \cdot v^2}{n(n-1)}}$$

Auch teilweise kranke Pflanzen wurden aus dem gleichen Grunde als vollkrank, d. h. als infiziert gerechnet. Das Brandprozent wurde stets auf die Gesamtpflanzenzahl je Parzelle berechnet.

Die Infektion wurde im Jahre 1924/25 durch Sporenzugabe im Überschuß vorgenommen. In den Jahren 1926/29 wurde durchweg 1 kg Weizen mit 5 g Sporen infiziert. Soweit es sich um solche Versuche handelte, bei denen das Saatgut einer Sorte verschiedenen Behandlungen zu einer oder verschiedenen Zeiten unterworfen werden sollte, wurde stets das gesamte für den Versuch benötigte Saatgut auf einmal und zusammen infiziert. Die Aufbewahrung des Sporenmaterials erfolgte bis zum Tage der Infektion in Ährenbündeln in einem luftigen, trockenen Raume. Die Aussaat der Versuchspartzen erfolgte regelmäßig mit der Hand in einer Reihentfernung von 20 cm und einer Entfernung in der Reihe von 5 cm.

Soweit die Erwähnung weiterer Einzelheiten bei den Versuchen notwendig ist, sind sie bei diesen in den folgenden Abschnitten enthalten.

3. Die Bedeutung der Aussaatzeit und der Temperaturverhältnisse während des Aufganges für den Steinbrandbefall.

Angaben über die Abhängigkeit der Höhe des Brandbefalles von der Aussaatzeit verdanken wir einer großen Anzahl von Autoren u. a. Hecke (13), Volkart (34), Appel (3), Heuser (14), Sessous (27), Rabien (23), Knorr (19), Kühn (20), Müller und Molz (22). In einer eingehenden Besprechung legt Caspar (4) die Ergebnisse der vorgenannten Versuchsansteller dar. In großen Zügen gehen die Feststellungen von Appel, Heuser, Rabien, Sessous und Knorr dahin, daß Winterweizen bei später Aussaat weniger befallen wird als bei früher Aussaat, Sommerweizen dagegen bei früher leichter infiziert wird als bei später Aussaat. Das entgegengesetzte Ergebnis bei Winterweizen hatten Kühn, Müller und Molz und Volkart zu verzeichnen. Rabien (23) weist darauf hin, daß der Begriff früher und später Aussaat verschieden ausgelegt werden muß und daß so die Widersprüche erklärt werden können. Ich schließe mich diesem Standpunkt voll an und halte es ebenfalls für richtig, zwischen früher, normaler und später Aussaat zu unterscheiden, wobei unter normaler Aus-

saatzeit für die eigenen Versuche diejenige verstanden wird, zu der in Schlanstedt für gewöhnlich die Aussaat des Winterweizens erfolgt, nämlich zwischen dem 10. und 31. Oktober. Eigene Versuche sollen die Frage der Aussaatzeit weiter klären helfen. Da für die Praxis die frühe Aussaat nicht in Frage kommt, sind nur normale und späte Bestellung berücksichtigt. Die Versuche sind sowohl mit Winter- wie auch mit Sommerweizen durchgeführt und in Tab. IIa und b und Abb. 1 dargestellt.

Tabelle IIa.

Einfluß der Aussaatzeit auf den Steinbrandbefall von Strubes General von Stocken-Winterweizen bei Herbstaussaat und Strubes rotem Schlanstedter Sommerweizen bei Frühljahrsaussaat.

1924/25.

Infektion: Gleichmäßig im Überschuß vor dem ersten Aussaatag.

Zahl der ausgelegten Körner je Aussaattermin: 200.

Datum			Tage von der Aussaat bis zum Aufgang	Durchschnittliche Boden- temperatur in 5 cm Tiefe nach erfolgter Saat			• Brand- %
der Saat	des Aufganges			1.—5. Tag	6.—10. Tag	11.—15. Tag	
Winterweizen	7. X. 24	23. X. 24	17	+ 8,72	+ 7,68	+ 7,26	68,2
	15. X.	4. XI.	20	+ 6,80	+ 4,38	+ 6,22	78,8
	21. X.	29. XI.	39	+ 3,08	+ 7,38	+ 6,12	69,2
	28. X.	9. XII.	42	+ 8,68	+ 2,66	+ 0,82	78,3
	1. XI.	9. I. 25	69	+ 4,66	+ 1,08	— 1,34	77,3
	4. XI.	12. I.	69	+ 1,40	— 0,70	— 1,98	73,9
	7. XI.	20. I.	74	+ 0,82	— 1,70	+ 0,06	76,1
	10. XI.	20. I.	71	— 0,96	— 1,62	+ 2,38	81,9
	20. XI.	29. I.	70	+ 2,38	— 0,24	+ 2,64	82,0
	24. XI.	29. I.	66	— 0,28	+ 2,26	+ 3,00	78,4
Sommerweizen	29. XI.	7. II. 25	70	+ 2,26	+ 3,00	— 1,56	87,2
	2. XII.	9. II.	69	+ 3,26	+ 0,60	— 2,24	54,2
	9. XII.	15. II.	68	— 1,56	— 1,60	— 0,54	62,5
	10. II. 25	6. III.	24	+ 3,08	+ 1,50	± 0	50,0
	4. III.	13. III.	9	+ 2,20	— 1,70	— 0,86	23,4
	25. III.	10. IV.	16	+ 2,08	+ 3,76	+ 2,94	30,3
	31. III.	15. IV.	15	+ 3,20	+ 4,06	+ 7,10	11,1
	6. IV.	24. IV.	18	+ 4,66	+ 6,92	+ 5,32	3,1
22. IV.	9. V.	17	+ 6,58	+ 6,08	+ 6,72	2,8	

Tabelle II b.

Aussaatzeitversuch 1925/26.

Versuchsanstellung wie 1924/25.

Zahl der ausgelegten Körner je Aussaattermin: 200.

Datum		Tage von der Aussaat bis zum Aufgang	Durchschnittliche Boden- temperatur in 5 cm Tiefe nach erfolgter Saat			Brand- %	
der Saat	des Aufganges		1.—5. Tag	6.—10. Tag	11.—15. Tag		
Winterweizen	10. X. 25	2. XI. 25	23	+ 4,76	+ 2,46	+ 8,08	92,6
	13. X.	7. XI.	25	+ 2,66	+ 6,72	+ 6,76	96,4
	21. X.	11. XI.	21	+ 7,40	+ 5,56	+ 5,80	80,0
	26. X.	— ¹⁾	—	+ 5,56	+ 6,48	+ 3,44	82,3
	29. X.	—	—	+ 5,04	+ 5,02	+ 5,10	91,4
	3. XI.	—	—	+ 5,02	+ 1,18	+ 0,38	78,4
	7. XI.	—	—	+ 2,05	— 0,46	+ 0,06	25,6
	11. XI.	—	—	— 0,65	— 0,66	+ 1,80	31,5
25. XI.	—	—	— 0,76	— 2,08	— 0,78	41,3	
Sommerweizen	8. III. 26	30. III. 26	22	+ 6,1 ²⁾	+ 1,7	— 1,0	41,7
	13. III.	1. IV.	19	+ 2,5	— 0,7	— 1,3	25,6
	17. III.	6. IV.	20	— 0,7	— 1,3	+ 4,2	21,2
	27. III.	9. IV.	13	+ 4,2	+ 4,4	+ 6,0	20,0
	31. III.	15. IV.	15	+ 4,4	+ 6,0	+ 4,3	5,1
	7. IV.	19. IV.	12	+ 5,4	+ 6,1	+ 5,6	1,8
	15. IV.	26. IV.	11	+ 6,8	+ 7,2	+ 9,7	nicht geschos-

Die früher von Sessous (27) in Schlanstedt gemachten Feststellungen, die ja parallel mit den oben zitierten Arbeiten anderer Autoren gehen, können wiederum bestätigt werden. Im allgemeinen ist der Brandbefall bei normaler Aussaatzeit des Winterweizens am höchsten, während er bei später Bestellung abnimmt. Ähnlich verhält es sich mit dem Sommerweizen. Die frühe Bestellung weist regelmäßig den höchsten Befall auf.

Die Tabellen II a und II b der Versuche 1924/25 und 1925/26 enthalten Angaben über die Temperaturen während der Zeit des Aufganges. Hierauf wird nachher einzugehen sein.

¹⁾ Der Aufgang der Aussaaten vom 26. X. 25 bis 25. XI. fand unter Schnee statt, so daß Beobachtungen unmöglich waren.

²⁾ Die Temperaturen konnten infolge Beschädigung des Thermometers vom 8. III. 26 ab nicht mehr in 5 cm Tiefe abgelesen werden, es sind daher die etwas stärker schwankenden bei dem Bodenoberflächen-Thermometer abgelesenen Werte eingesetzt.

Die Ursache für den verschieden hohen Brandbefall bei wechselnder Aussaatzeit wird zumeist den beiden Faktoren Bodenfeuchtigkeit und Temperatur während des Aufganges zugeschoben. Rabien (23) zeigte, daß auf extrem trockenen und übermäßig feuchten Böden der Brandbefall niedriger war, als wenn die Aussaat in normal feuchten Böden erfolgte. Für die oben aufgezeichneten Versuche kann die Bodenfeuchtigkeit als wirksamer Faktor zur Verschiebung des Befalles kaum mit herangezogen werden. Die Aussaat des Weizens erfolgte auf Boden von humosem, milden Lehm, der zu den Aussaatzeiten regelmäßig normale Feuchtigkeit aufwies und sie vermöge seiner hohen wasserhaltenden Kraft auch so leicht nicht verlor. Es liegt daher kein Grund vor, den zweiten Faktor, der für das Zustandekommen der Infektion verantwortlich gemacht werden kann, um seine Bedeutung zu schmälern. Es ist ja bekannt, welch großen Einfluß die Temperatur auf die Keimung des Samens ausübt.

In ihren Arbeiten zeigen Hecke (13), Müller und Molz (22), Volkart (34) und Rabien (23), daß die Temperaturen während der Aufgangszeit einen Einfluß auf den Brandbefall haben müssen. Die Wirkung der Temperatur wird jedoch verschieden gedeutet. Ich habe in meinen Versuchen die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe während der ersten 15 Tage nach der Saat in Abschnitten von 5 Tagen errechnet und sie den vorstehenden Versuchen beigefügt.

In Tabelle IIa und b sind die Werte für den 1. bis 5., 6. bis 10. und 11. bis 15. Tag nach der Saat zusammengezogen und für sich angegeben. Es zeigt sich, daß der Winterweizen in der Höhe des Brandbefalles vornehmlich den Bodentemperaturen folgt, die vom 11. bis 15. Tage nach der Saat festgestellt wurden. Ein Blick auf Abb. 1, die den Winterweizenversuch des Jahres 1925/26 graphisch darstellt, zeigt, daß diese Behauptung durchaus zutrifft. Auch bei einem mit 5 verschiedenen Winterweizensorten und 3 Sommerweizensorten im Jahre 1927/28 durchgeführten gleichen Aussaatversuch wurde dasselbe Ergebnis erzielt. Es wurden geprüft als Winterweizensorten:

Strubes Dickkopf
Strubes General von Stocken
Salzmünder Standard
Svalöfs Panzer III
Heils Dickkopf

als Sommerweizensorten:

Strubes roter Schlanstedter

Stadlers weißspelziger

Hörnings grüne Dame.

Die Befallskurven laufen bei sämtlichen Sorten untereinander und mit der gemessenen Bodentemperatur weitgehend parallel.

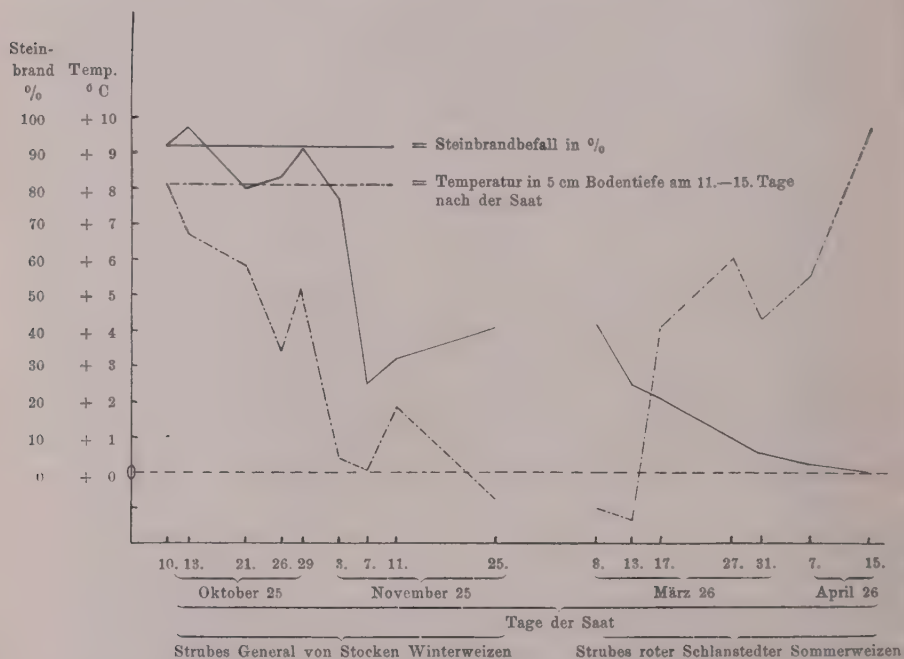


Abb. 1.

Einfluß der Aussaatzeit und der Bodentemperatur am 11.—15. Tage nach der Saat auf den Steinbrandbefall 1925/26.

Die bei Sommerweizen gemachten Beobachtungen führen zu der gleichen Erkenntnis. In dem Augenblick, wo die Bodentemperatur bei Eintritt der Frühjahrswitterung schnell ansteigt, fällt auch der Brandbefall fast bis auf 0% herunter. Die Ergebnisse Rabiens (23), daß eine scharfe zeitliche Grenze besteht, bis zu welcher infizierte Sommerweizenkörner bei nicht zu hohen Temperaturen gehalten werden müssen, um günstigen Brandbefall zu ergeben, können also nach den vorstehenden Feldversuchen in jeder Richtung bestätigt

werden. Zur Erklärung des umgekehrten Verhaltens bei Winterweizen führt die einfache Überlegung, daß Winterweizen bei noch niedrigerer Temperatur keimt als die Steinbrandsporen. Das Keimungsoptimum des Weizens und der Steinbrandsporen liegt bei verschiedenen Temperaturen.

Tabelle III.

Infektionsversuch bei verschiedenen Temperaturen
1926/27.

Aussat mit je 5 Sorten an 3 Terminen, je Sorte und Versuch: 200 Korn bei 6—8° C, 12—15° C, 18—20° C.

Versuchsbeginn Serie I: 21. X., II: 23. X., III: 25. X., ins freie Land pikiert am 21. XI.

Sorten	Keimtemperaturen			
	6—8° C	12—15° C	18—20° C	
	Steinbrandprozente			
Strubes Dickkopf . . .	69,2	90,5	68,6	Serie I
General von Stocken . .	65,0	90,6	50,0	
Salzmünder Standard . .	69,2	56,2	48,3	
Svalöfs Panzer	69,0	62,5	25,0	
Heils Dickkopf	23,0	29,7	6,6	
Strubes Dickkopf . . .	64,6	90,0	81,2	Serie II
General von Stocken . .	45,0	53,0	48,4	
Salzmünder Standard . .	23,7	48,3	57,6	
Svalöfs Panzer	35,5	29,6	36,0	
Heils Dickkopf	5,6	20,0	23,0	
Strubes Dickkopf . . .	58,0	85,2	60,7	Serie III
General von Stocken . .	43,3	41,2	31,4	
Salzmünder Standard . .	41,2	34,5	33,3	
Svalöfs Panzer	40,0	23,3	14,8	
Heils Dickkopf	2,9	19,3	14,3	

Der Aufgang erfolgte bei Aussaat in 6—8° C nach 18 Tagen,

„ 12—15° C „ 9 „

„ 18—20° C „ 7 „

Bodentemperatur in 5 cm Tiefe in den ersten 15 Tagen nach erfolgtem Pikieren ins freie Land = 4,06° C.

Wir können dies an zwei eigenen Feldversuchen zeigen. Im Herbst 1926 und 1927 wurde infiziertes Saatgut von 5 verschiedenen Sorten bei 3 verschiedenen Temperaturen angezogen. Die Anzucht erfolgte in Kästen, wie sie in Schlanstedt für die Triebkraftbestimmung benutzt werden. Im Versuch 1926 (Tab. III) wurden

3 Serien je 3 Tage aufeinanderfolgend angelegt. Über die Vegetationsbeobachtungen ist zu sagen, daß der Aufgang bei der niedrigen Temperatur wesentlich verzögert wurde. Die Unterschiede zwischen dem Aufgang bei $12-15^{\circ}\text{C}$ und $18-20^{\circ}\text{C}$ waren nicht so groß.

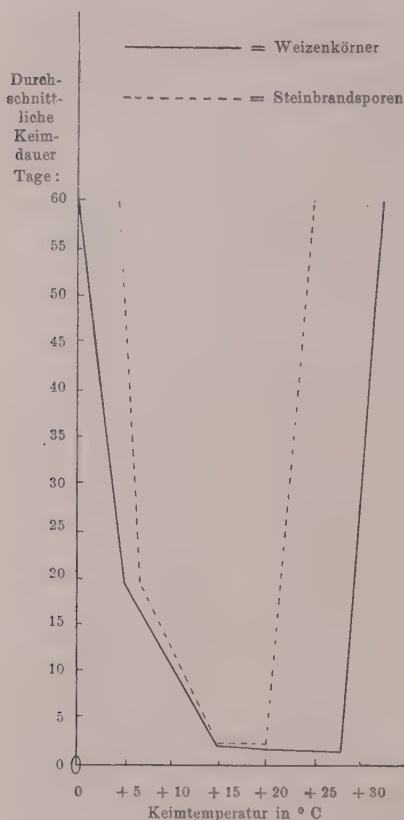


Abb. 2.

Schematische Darstellung der Keimung von Weizen und Steinbrandsporen bei verschiedenen Temperaturen.

Infektion. Wenn in dem Versuch 1926/27 nur ein geringer Abfall der Brandprozente von Serie I zur Serie III zu verzeichnen ist, so erklärt sich dies daraus, daß die Infektion im Freien infolge günstiger Temperaturen noch weiter stattfinden konnte. Diese betrugen in den ersten 15 Tagen nach erfolgtem Pikieren durchschnittlich $+4,06^{\circ}\text{C}$.

Es lag dies auch daran, daß die einzelnen Temperaturen nicht ganz genau innegehalten werden konnten. Im Versuch 1927/28 wurden die Aussaattermine der beiden Serien etwas weiter auseinandergezogen. Außerdem wurden die einzelnen Temperaturserien alsbald nach ihrem Aufgang ins freie Land gestellt. Angaben über die Bodentemperaturen, die weiterhin auf den Brandbefall Einfluß haben mußten, sind in der vorstehenden Tabelle III angegeben. Da der Versuch des Jahres 1927/28 praktisch das gleiche Ergebnis brachte, ist er nicht besonders angeführt.

Auch diese Versuche zeigen, daß der Weizen in einer bestimmten Anzucht-Temperatur während des Auflaufens gehalten werden muß, um das Optimum der Infektion zu erreichen. In den Versuchen lag das Optimum bei $12-15^{\circ}\text{C}$ mit der durchschnittlich höchsten

Man sieht aus den vorstehenden Versuchen, daß das Keimungsoptimum für Weizen und Steinbrand bei verschiedenen Temperaturen liegen muß. Normal, d. h. bei Verwendung von voll nachgereiftem Saatgut und normalem Sporenmaterial ergibt sich auf Grund der in der Literatur anzutreffenden Resultate die in Abbildung 2 schematisch wiedergegebene Kurve.

Die Keimungskurven von Weizen und Steinbrand weisen wesentliche Verschiedenheiten auf. Weizen hat sein Keimungsoptimum bei etwa 26—28° C und bei diesen Temperaturen auch die höchste Keimgeschwindigkeit; die Steinbrandsporen haben ihr Keimungsoptimum bei 15—20° C. Der auch von anderer Seite ausgesprochene Gedanke ist daher naheliegend, daß Unterschiede in der Keimgeschwindigkeit den Infektionserfolg beeinflussen können.

4. Abhängigkeit der Steinbrandinfektion von der relativen Entwicklungsgeschwindigkeit von Weizenkorn und Steinbrandsporen.

Um den Einfluß und die Bedeutung der Keimgeschwindigkeit darzulegen, wurden in Anlehnung an die orientierenden Versuche von Rabien (23) mehrere größere Versuchsreihen durchgeführt. Einmal wurden verschieden lang vorgekeimte Weizenkörner mit ungekeimten Sporen gleichzeitig infiziert, das andere Mal wurden ungekeimte Weizenkörner mit verschieden lang vorgekeimten Sporen infiziert. Es mußte sich dabei zeigen:

1. Ob Vorsprünge in der Keimung des Wirts oder des Parasiten von dem später zur Keimung angesetzten Teile eingeholt werden können;

2. Wie lange bei Vorsprüngen in der Keimung die Infektion überhaupt noch stattfinden kann.

Als Grundlage für den ersten Versuch wurde eine Keimtemperatur von 10° C gewählt. Rabien konnte zeigen, daß bei gleichzeitiger Aussaat von Spore und Korn die Infektionshöhe nach 5—6 Tagen ihr Optimum erreicht hatte. In dem folgenden Versuch ist daher aus diesem Grunde die Vorkeimung des Weizens bis zu 5½ Tagen in 12stündigen Zeitabschnitten erfolgt (Tab. IV).

In der Tat zeigt sich, daß die relative Keimgeschwindigkeit von Korn und Spore das Infektionsergebnis weitgehend beeinflußt. Ein weiterer in Abb. 3 graphisch dargestellter Versuch zeigt dasselbe Ergebnis für 5 verschiedene Weizensorten: höchster Befall bei

Eine Abnahme des Brandbefalles von Infektion mit nicht vorgekeimten Sporen zur Infektion mit langvorgekeimten Sporen ist unverkennbar. Ein abweichendes Verhalten zeigt in Tab. Vb die Infektion mit 24 Stunden vor der Aussaat des Weizens eingekeimten Sporen. Sie brachte ein höheres Brandprozent bei beiden geprüften Sorten, als wenn Korn und Spore gleichzeitig ausgesät wurden. Ein ähnliches Ergebnis liegt in dem Versuch Tab. IV vor, in dem

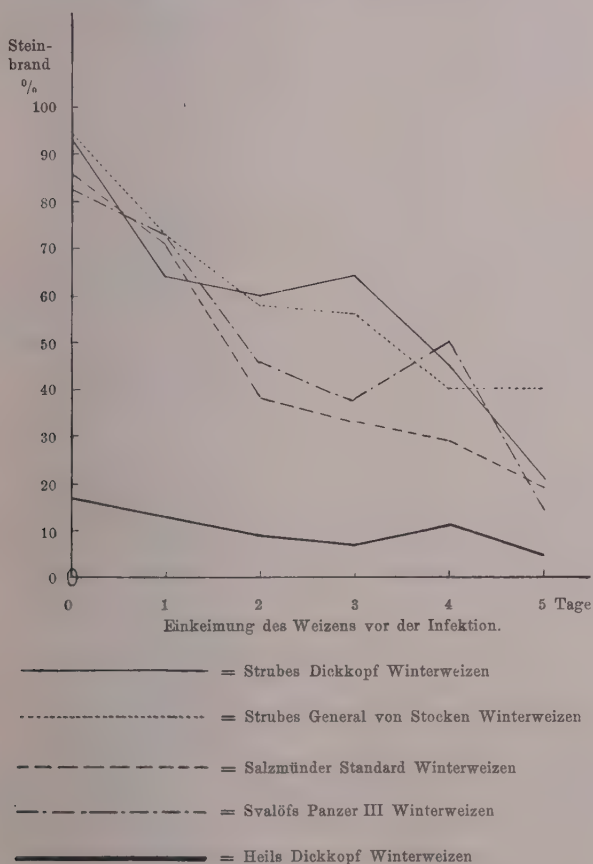


Abb. 3.

Steinbrandinfektionsversuch an gekeimten und gequollenen Körnern
bei 5 Winterweizensorten 1926/27.

Keimtemperatur: 18—20° C. Beginn der Einkemmung: 21. X. 26.

Infektion der gekeimten Körner: 26. X. Diese bleiben dann 1 Tag in feuchter Kammer.

Aussaat ins freie Land: 27. X. 26. Zahl der ausgesäten Körner je Aussaattermin: 100.

Tabelle Va.

Steinbrandinfektion von 5 Weizensorten mit verschieden lang vorgekeimten Sporen. 1926/27.

Sporeneinkeimung: In Petrischalen auf Schlämbboden je Sorte 2 Schalen bei 18—20° C.

Infektion: Das von der Oberfläche einer Schale abgekratzte Bodensporengemisch wird mit 10 cem aqu. dest. verdünnt und in Kolben mit dem Korn gut durchgeschüttelt.

Infektionstag: 26. X. Die Körner bleiben einen Tag in feuchter Kammer bis zur Saat.

Aussaat: 27. X. 26.

Aufgang: Alle Sorten etwas ungleichmäßig.

	Vorkeimen der Sporen					
	0	1	2	3	4	5
	Tage					
	Steinbrandprozente					
Strubes Dickkopf	94,0	90,0	66,6	62,7	75,8	68,0
Strubes General von Stocken	94,8	79,5	63,2	76,4	72,1	45,5
Salzmünder Standard	86,2	81,8	59,7	63,2	45,2	61,0
Svalöfs Panzer	83,8	68,6	65,0	60,6	52,1	79,6
Heils Dickkopf	17,3	17,2	34,6	10,8	4,9	12,1

Tabelle Vb.

1927/28.

Versuchsbedingungen wie 1926/27.

Aussaat erfolgte jedoch am Tage der Infektion: 22. X.

Aufgang und Schossen bei beiden Sorten gleichmäßig.

	Vorkeimen der Sporen					
	0	1	2	3	4	5
	Tage:					
	Steinbrandprozente					
Strubes Dickkopf	61,2	78,7	73,9	65,2	75,8	69,6
Heils Dickkopf	18,9	45,1	41,2	30,3	28,8	22,7

gerade die 12 Stunden nach der Saat des Weizens vorgenommene Infektion höhere Brandprozente brachte als gleichzeitige Aussaat von Weizen und Brandsporen. Es war leider nicht möglich, die Ursache genau nachzuprüfen. Sie dürfte wahrscheinlich in Schwankungen der Keimtemperaturen in den ersten 24 Stunden des Versuches zu suchen sein. Man sieht jedoch auch hieraus, welche auffällige

Abhängigkeit der Infektionserfolg vom Entwicklungsrhythmus von Parasit und Wirtspflanze besitzt.

Im allgemeinen ist das Sinken der Brandprozente bei den Versuchen mit Infektion vorgekeimter Sporen nicht so stark wie bei den Versuchen, in denen der Weizen vorgekeimt war. Die Ursache hierfür ist sicherlich darin zu suchen, daß das zur Infektion und Vorkeimung benutzte Sporenmaterial in seiner Keimungsenergie niemals so einheitlich ist, wie es beim Weizen der Fall ist. Auf den Einfluß der Keimungsenergie des Sporenmaterials auf die Höhe des Steinbrandbefalles wird später einzugehen sein. Vorläufig haben wir nur das gleiche Verhalten bei Vorkeimung von Wirtspflanze und Parasit festgestellt.

5. Die Frage der Bodeninfektion.

Die Ergebnisse des vorhergehenden Abschnittes haben gleichzeitig Bedeutung für das Problem der Bodeninfektion. Bei der Bodeninfektion handelt es sich um Prüfung der Frage, inwieweit bei Drusch oder in anderer Weise in den Boden gelangte Steinbrandsporen eine nachträgliche Gefahr für den Weizen darstellen können. Bevor auf das Problem weiter eingegangen wird, seien einige Versuche wiedergegeben.

In den Jahren 1924/25 und 1925/26 wurde in ausgezogenen Saatrillen eine größere Menge mit feinstem Sand vermischter Sporen ausgestreut. Dadurch wurde also eine kräftige Bodeninfektion bewirkt. Mit der Aussaat der Sporen wurden Weizenkörner gleichzeitig und weiterhin laufend in Abständen von einigen Tagen bis zum Frühjahr ausgelegt. Das Ergebnis der 2jährigen Versuche ist in Abb. 4 dargestellt.

Selbst bei so starker Bodeninfektion, wie es eben beschrieben ist, waren in beiden Jahren nach 3 Wochen alle Sporen soweit ausgekeimt, daß sie den ausgesäten Weizen nicht mehr infizieren konnten. Die im Frühjahr vorgenommenen Aussaaten waren daher auch sämtlich frei von Brandbefall und wurden in der Abbildung nicht mehr mit dargestellt. Abgesehen von besonderen gleich zu beschreibenden Fällen kann die Bodeninfektion des Weizens durch Steinbrand keine große Rolle spielen.

Gelegentlich findet man in der Literatur die Möglichkeit der Bodeninfektion angegeben und auch besondere Versuche darüber angestellt. So zeigen Woolman und Humphreys (zitiert nach Erikson [5]), daß Bodeninfektion von einem Jahr zum anderen

möglich ist. Sie ließen brandige Weizenähren vom Herbst eines Jahres bis zum nächsten Herbst auf dem Felde liegen, zerbröckelten sie dann und vermischten den Sporenstaub mit dem Boden. Der Erfolg war bei Aussaat vollständig brandfreien Saatgutes eine Infektion von 50%. Hierbei ist aber zu bedenken, daß dieser Versuch nicht mit den oben beschriebenen vergleichbar ist, denn die Sporen blieben in den Ähren, und was für das Zustandekommen der Keimung noch wichtiger ist, in den Butten auf dem Felde liegen.

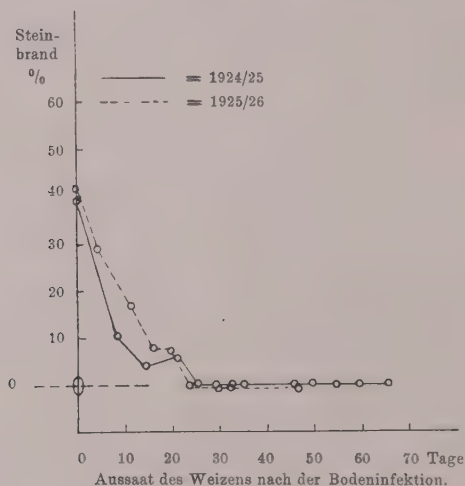


Abb. 4.

Zeitlich verschiedene Aussaat von Weizen in einmal infiziertem Boden. Infektion: Sand-Sporen-Gemisch im Überschuß in offene Saatrillen. Zur Aussaat gelangte in beiden Jahren als Winterweizen: Strubes General von Stocken. Die erste Aussaat erfolgte 1924 am 7. X., die zweite 1925 am 10. X. Nach erfolgter Saat Bedecken der Körner mit Erde. Zahl der ausgelegten Körner: je Aussaattermin 200.

Infolge Sauerstoffmangels konnten sie sicher nicht eher keimen, als bis im folgenden Herbst die Butten zerstört waren, Luft zutreten konnte und die Keimung bei der Aussaat des Weizens erfolgte.

In Schlanstedt wurden regelmäßig die Feldstücke beobachtet, die einmal Brandversuche getragen hatten, und auf die naturgemäß bei der Ernte eine größere Menge Sporen gefallen war. Verschiedentlich folgte auf diesen Feldern nach 2 bzw. 3 Jahren wieder Weizen. In keinem Falle konnte eine Infektion beobachtet werden. Es wurde dabei sowohl gebeiztes, wie ungebeiztes Saat-

gut zur Aussaat gebracht. Regelmäßig sind jedoch von mir Steinbrandinfektionen in der Nähe der Druschplätze beobachtet worden, soweit sie auf Feldschlägen lagen. Besichtigt man ein Weizenfeld, das rings um eine Feldscheune gelegen ist, so kann man fast immer einen regelrechten Windschatten in Gestalt des Steinbrandauftretens auf dem Felde beobachten. Am stärksten war die Infektion also immer auf der der Hauptwindrichtung abgewandten Seite des Druschplatzes. Mit der Entfernung von dem Platze nimmt die Häufung der Infektion natürlich ab, bis sie schließlich in einer Entfernung von 100 m ganz verschwindet. Die Infektion des Bodens muß also sehr stark sein, wenn später noch Weizen erkranken soll.

Im Zusammenhang mit dieser Frage stehen auch noch die folgenden Beobachtungen. Gelegentlich findet man in Weizenfeldern kreisförmige Steinbrandherde von 2—3 m Durchmesser. Dies läßt sich so deuten, daß bei der Ernte zertretene Brandbutten ihre Sporen auf die nächste Umgebung ausgestreut haben und so die Infektion des Aussaatkornes zustande brachten. Ist die Infektion jedoch in der Drillmaschine erfolgt, so zeigt sich der Infektionsherd im Felde nicht kreis-, sondern strichförmig. Man kann dann einer bestimmten Drillspur folgen und findet in ihr unter Umständen auf eine Entfernung von vielen Metern immer wieder einzelne infizierte Pflanzen. Die zuerst geschilderten Fälle stehen natürlich vereinzelt da, so daß unter normalen Verhältnissen die Gefahr der Bodeninfektion, wie schon gezeigt, als gering angesehen werden kann.

6. Das Steinbrandverhalten bei Infektion von Weizen geschwächter Keim- und Triebkraft.

Die Keimung von Weizenkörnern, auf welche starke physikalische Einflüsse oder solche chemischer Natur in zu hoher Konzentration gewirkt haben, erfolgt erfahrungsgemäß wesentlich langsamer und zögernder als die Keimung normaler Körner. Wir hatten nun in den obigen Abschnitten gesehen, daß die Infektionsbedingungen verbessert werden, wenn die Steinbrandsporen einen kurzen zeitlichen Keimungsvorsprung haben. Ein Vorsprung von mehr als 2 Tagen beeinflusste jedoch das Infektionsergebnis wiederum ungünstig. Es ist daher anzunehmen, daß eine starke Schädigung der Keimung, die eine Verlangsamung des Keimungsvorganges zur Folge hat, das Infektionsergebnis ebenfalls herabsetzt.

Das scheint nun in der Tat, wie die folgenden Versuche zeigen, der Fall zu sein. Bei Besprechung des Einflusses der Temperatur auf das Infektionsverhalten des Weizens haben wir ebenfalls festgestellt, daß bei bestimmten Temperaturen der Weizen zwar noch keimt, die Sporen jedoch eine starke Keimverzögerung erleiden, so daß das Infektionsergebnis niedriger ausfällt, als wenn für die Sporenkeimung günstige Temperaturen benutzt wurden. Das gleiche Ergebnis war erzielt worden, wenn durch Vorkeimung dem Weizen oder den Sporen Entwicklungsvorsprünge gegeben wurden.

Der Gedanke, durch Behandlung mit heißer Luft oder mit heißem Wasser den Keimungsvorgang der Weizenkörner zu hemmen und dabei das Infektionsverhalten zu beobachten, war naheliegend.

Tabelle VI.

Infektion von verschiedenen Weizensorten nach
Behandlung mit heißer Luft.
1926/27.

Versuchsanstellung: 9 Sorten wurden 10 Stunden bei 40° C bzw. bei 80° C im Trockenschrank gehalten.

Datum der Heißluftbehandlung: 19. IX. 1926.

Saatgut: Nr. 1 und 2 Original, Nr. 3—9 Absaaten der betreffenden Sorten.

Infektion mit Steinbrand: nach erfolgter Heißluftbehandlung.

Ausgesäte Körner je Versuch: 400.

Datum der Aussaat: 6. XI. 1926.

Sorten	Steinbrandprozente		
	unbehandelt	10 Std. 40° C	10 Std. 80° C
1. Strubes Dickkopf	92,2	89,3	59,3
2. General von Stocken	94,8	87,2	54,0
3. Heils Dickkopf	12,5	18,7	8,6
4. Shermann Or. C. D. 4430	2,8	18,9	3,7
5. Criewener 104 v. 1919	13,9	9,1	5,5
6. „ 104 v. 1923	15,5	27,5	0
7. White Odessa	1,1	0	0
8. C. D. 1558 A	12,7	13,7	36,8
9. Svalöfs Panzer	67,1	79,0	0

Die Reihenfolge des Aufganges war innerhalb einer Versuchsreihe gleichzeitig. Von den drei Serien lief zunächst auf „unbehandelt“, dann „10 Std. 80° C“, dann erst „10 Std. 40° C“. Auffallend ist die stärkere Keimhemmung bei der mit 40° C behandelten Serie.

Die zahlreichen Versuche von Appel und Gaßner (1), Appel und Riehm (37) sowie von Tamm und Husfeld (31) und Hiltner (15) zur Bekämpfung des Flugbrandes an Weizen, bei denen nahe an die keimtötenden Temperaturen herangegangen werden mußte, zeigen, daß Heißwasserbeize fast immer Keimhemmungen zur Folge hat.

Es wurde daher zunächst ein Versuch in der Weise angesetzt, daß verschiedene Weizensorten, deren Korn nach längerer Lagerung gleichmäßig trocken war, 10 Stunden lang je einer Temperatur von 40 bzw. 80° C ausgesetzt wurde. Nach der Heißluftbehandlung wurde die Infektion vorgenommen (Tab. VI).

Ein deutlicher Ausschlag des Infektionsergebnisses ist bereits bei Behandlung mit heißer Luft eingetreten. Fast bei allen Sorten sind die Brandprocente nach Behandlung mit 40° C niedriger als bei unbehandelten Körnern und nach 80° C Behandlung niedriger als nach einer solchen mit 40° C. In den folgenden Jahren durchgeführte gleiche Versuche brachten allerdings in keinem Falle das gleiche Resultat. 1926 war die Heißluftbehandlung deswegen sehr wirksam, weil der Weizen noch nicht voll keimreif war. In späteren Jahren zeigte sich bei Anwendung der gleichen Temperaturen keine Beeinflussung des Aufganges. Es wurden nur unwesentliche Keimschäden festgestellt.

Da die Heißluftbehandlung der Erzielung des gewünschten Ergebnisses anscheinend größere Schwierigkeiten entgegensetzte, wurde weiter Behandlung mit Heißwasser vorgenommen. Sie wurde durchgeführt nach dem von Appel und Gaßner (1) für das Heißwasserbeizverfahren an Flugbrand ausgearbeiteten Verfahren, jedoch mit der Abänderung, daß statt der Temperatur von 51° C eine solche von 54° C angewandt wurde, um sicher Keimschädigungen zu erhalten (Tab. VII).

In allen Fällen, in denen der Aufgang des Saatgutes durch die Beizung wesentliche Verzögerung erlitten hatte, ist auch eine deutliche Herabsetzung des Steinbrandbefalles zu beobachten. Die oben ausgesprochene Vermutung, daß dies nach den vorausgegangenen Versuchen der Fall sein müßte, hat sich also bestätigt.

Um sicher zu gehen, daß das im Jahre 1926/27 gefundene Ergebnis auch in anderen Jahren eintrat, wurde der Versuch 1927/28 in der gleichen Weise wiederholt (Tab. VIII).

Auch hier das gleiche Versuchsergebnis: starke Herabsetzung des Brandbefalles parallelgehend mit starken Verzögerungen des Aufganges. Leider war es unmöglich, den Aufgang der am stärksten

geschädigten Versuchsreihen zu beobachten, da Schneefall eingetreten war. Dafür ist aus den angeführten Keimzahlen, insbesondere den Werten für Keimenergie, deutlich die starke Schädigung der Keimfähigkeit zu sehen.

Der wesentliche Befund der vorstehenden Versuche, daß der Brandbefall weitgehend mit der Herabsetzung der Keimfähigkeit parallel geht, gab Veranlassung zu weiteren Kontrollversuchen. Es sollte festgestellt werden, wie weit die Keimfähigkeit geschädigt werden muß, um bei nachfolgender Infektion eine Herabsetzung des Brandbefalles zu erreichen. Zunächst erfolgte Behandlung des Kornes ohne die 4stündige Vorquellung (Tab. IX).

Tabelle VII.

Versuch zur Prüfung des Verhaltens gegen Steinbrandinfektion nach Heißwasserbeizung von verschiedener Dauer.

1926/27.

Versuchsanstellung:

Vor der Heißwasserbehandlung: 2 Std. in Wasser von 28–30° C vorquollen und 2 Std. bedeckt stehen gelassen.

Heißwasserbehandlung: Getaucht in Wasser von 54° C. für 0, 2½, 5, 10, 15, 20 u. 30 Min.; nach Ablauf der Zeit sofort in kaltem Wasser abgekühlt, dann langsam an der Luft zurückgetrocknet und nachher infiziert.

Aussaattag: 0—5 Min. gebeiztes Saatgut am 6. XI. 26,

10—30 " " " " 27. X. 26.

Ausgesäte Körner je Versuch: 400.

Saatgut: Original vom Züchter.

	Aufgang (Tage nach der Aussaat)						
Strubes Dickkopf	28	28	28	34	42	37	52
" General von Stocken	27	31	30	37	46	42	54
Salzmünder Standard	27	29	28	36	38	39	50
Svalöfs Panzer	27	28	28	35	43	48	51
Heils Dickkopf	27	27	28	34	38	47	47
Beizdauer in Minuten	0	2½	5	10	15	20	30

Steinbrandprozente

Strubes Dickkopf	95,0	96,8	94,6	77,2	60,7	37,8	46,0
" General von Stocken	94,8	94,4	94,7	72,5	60,0	62,9	40,6
Salzmünder Standard	90,5	92,9	93,7	70,3	72,3	69,3	58,4
Svalöfs Panzer	85,6	98,4	93,1	85,0	80,6	58,1	31,7
Heils Dickkopf	22,6	17,4	20,5	24,6	6,4	14,1	—
Beizdauer in Minuten	0	2½	5	10	15	20	30

Tabelle VIII.

Heißwasserbehandlung mit 4stündiger Vorquellung und nachfolgender Trocknung und Infektion der Weizensorten.
1927/28.

Versuchsanstellung: Entsprechend 1926/27 (Tab. VII).

Aussaattag: 19. X. 1927.

Ausgesäte Körner je Versuch: 400.

	Dauer der Heißwasserbeize bei 54° C						
	0	2½	5	10	15	20	30
	Minuten						
	Keimfähigkeit in Prozent nach						
	4 10	4 10	4 10	4 10	4 10	4 10	4 10
	Tagen						
Dickkopf	93 93	88 89	74 84	50 84	46 81	30 69	14 49
Stocken	99 99	93 95	88 97	65 93	40 90	30 88	0 28
Criewener 104 . .	94 97	97 99	95 99	37 69	32 80	10 51	5 30
Heils Dickkopf . .	92 93	84 91	76 90	72 92	42 83	23 83	11 80
Aufgang (Tage nach der Aussaat)							
Dickkopf	17	20	22	22	25	1) ¹⁾	1) ¹⁾
Stocken	17	22	26	27	1) ¹⁾	1) ¹⁾	1) ¹⁾
Criewener 104 . .	17	19	22	24	27	1) ¹⁾	1) ¹⁾
Heils Dickkopf . .	17	17	21	23	26	28	1) ¹⁾
Prozent Steinbrandbefall							
Dickkopf	90,9	70,7	70,3	46,4	51,2	51,6	37,6
Stocken	75,4	59,5	42,6	43,9	35,2	42,2	31,1
Criewener 104 . .	28,4	16,1	16,3	10,2	5,5	5,3	6,7
Heils Dickkopf . .	46,3	33,6	31,0	11,2	5,3	2,5	3,0

Wir sehen in diesem Versuch nur eine unwesentliche Schwächung der Keimfähigkeit, die praktisch keine Verzögerung des feldmäßigen Aufganges in Erscheinung treten läßt. Trotzdem wurde bei der 30 Minuten anhaltenden Behandlung mit Heißwasser von 54° C das Brandprozent recht stark herabgedrückt.

Mit dem gleichen Ziel wurde 1928/29 ein anderer Versuch angesetzt. Hier wurden nach vorausgegangener 4stündiger Vorquellung niedrigere Behandlungstemperaturen angewandt. Nach

¹⁾ Aufgang unter Schnee, genaue Zeit nicht feststellbar.

Tabelle IX.

Heißwasserbehandlung **ohne** Vorquellung mit nachfolgender Trocknung und Infektion.

1927/28.

Versuchsanstellung: Das trockene Saatgut wird in ein Heißwasserbad von 54° C verschieden lang eingetaucht; nach Ablauf der Zeit sofort in Leitungswasser abgekühlt, dann langsam an der Luft zurückgetrocknet und nachher infiziert.

Aussaattag: 19. X. 1927.

Ausgesäte Körner je Versuch: 400.

	Dauer der Heißwasserbehandlung bei 54° C						
	0	2½	5	10	15	20	30
	Minuten						
	Keimprozentage nach						
	4 10	4 10	4 10	4 10	4 10	4 10	4 10
	Tagen						
Dickkopf	88 91	94 94	92 94	83 83	74 83	81 92	70 80
Stocken	98 98	100 100	99 99	100 100	94 98	94 97	75 93
Criewener 104 . .	88 89	88 93	95 97	85 92	87 94	81 88	54 75
Heils Dickkopf . .	91 95	96 97	98 98	83 83	88 91	90 94	77 92
Aufgang (Tage nach der Aussaat)							
Dickkopf	18	16	16	17	18	18	18
Stocken	18	16	16	18	18	19	20
Criewener 104 . .	18	16	15	15	16	18	18
Heils Dickkopf . .	17	16	16	16	17	17	18
Steinbrandbefall in Prozenten							
Dickkopf	77,1	91,8	87,7	74,1	77,9	62,5	65,9
Stocken	65,0	82,2	76,3	66,5	61,8	51,8	49,8
Criewener 104 . .	32,6	31,6	28,7	23,6	16,5	10,9	12,4
Heils Dickkopf . .	25,3	42,2	26,2	31,3	17,0	18,0	17,2

4 stündiger Vorquellung und Tauchbehandlung in Wasser von 45° C 10, 20 und 30 Minuten lang wurde weder eine Keimschädigung noch eine Beeinflussung des Brandbefalles beobachtet. Dasselbe Ergebnis brachte eine Behandlung von 50° C. Bei der nächsten Temperaturstufe von 54° C wurde dann wiederum dasselbe Ergebnis erzielt wie in den in Tab. VIII und IX geschilderten Versuchen:

30 Minuten Behandlung in 54°C zeitigte starke Keimschädigung und Herabsetzung des Brandbefalles gegenüber unbehandelten Kontrollen.

Wir hatten bereits am Eingang dieses Abschnittes betont, daß die Ergebnisse mit unseren früheren Feststellungen übereinstimmen müssen, solange Verzögerungen der Keimgeschwindigkeit des Weizens bewirkt werden. Nach den vorliegenden Ergebnissen fällt allerdings auf, daß die Herabdrückung der Brandprozente viel stärker ist, als nach den Ergebnissen in dem Abschnitt über die relative Entwicklungsgeschwindigkeit von Korn und Spore erwartet werden konnte. Wurde das Korn vor der Infektion zum Keimen gebracht, so war bei 10°C Keimtemperatur jede Infektionsmöglichkeit bereits nach $3\frac{1}{2}$ Tagen beendet. Bei der entgegengesetzten Versuchsanstellung wurden den Sporen Vorsprünge in der Keimung bis zu 5 Tagen gewährt. Es war auch hier wieder deutlich eine Abnahme bis zu gleichzeitiger Entwicklung von Korn und Spore festzustellen. Jedoch war das Brandprozent nach 5 Tagen Vorkeimung der Sporen noch lange nicht bis auf 0 gesunken. Man hätte demnach sehr wohl die Sporen noch einige Tage länger vorkeimen und trotzdem Infektionen erzielen können. Die Übereinstimmung mit den vorstehenden Versuchen kann daher nur darin erblickt werden, daß vor allem die starken Keimverzögerungen durch die Heißwasserbeize, die bis zu 30 Tagen dauerten, die starke Herabsetzung des Brandbefalles zur Folge gehabt haben. Man muß dann ebenfalls annehmen, daß die Keimung der gleichzeitig mit dem Korn ausgesäten Steinbrandsporen nicht spontan in einem Zeitabschnitt erfolgt, sondern sich je nach den im Boden bietenden Keimbedingungen auf einen längeren Zeitraum verteilt. Zur Bestätigung dieser Ansicht kann der in Abb. 4 geschilderte Bodeninfektionsversuch angeführt werden. Nach vorausgegangener Infektion des Bodens trat 20 bis 25 Tage nach der Aussaat noch eine, wenn auch nur schwache Infektion ein.

Der einfache Nachweis, daß lediglich die Schädigung der Keimenergie in ursächlichem Zusammenhang mit der Herabsetzung des Brandbefalles steht, mußte durch Schädigung der Keimfähigkeit mit chemischen Mitteln erbracht werden. Formaldehyd, Natronlauge, Salzsäure und Eosin wurden in den verschiedensten Konzentrationen zur Behandlung benutzt. Das Eosin wurde deshalb gewählt, weil bei demselben von Sessous (29) Beobachtungen über die Aufhebung des Geotropismus der Keimwurzeln gemacht waren.

Die Versuchsmethodik war bei allen Mitteln die gleiche: Das Saatgut wurde in das Mittel getaucht und nach Ablauf des vorausbestimmten Behandlungszeitraumes 2 Stunden in fließendem Wasser gewaschen, bei Zimmertemperatur getrocknet, dann infiziert und ausgesät. Keines der angewandten Mittel hatte ein nach bestimmter Richtung besonderes Ergebnis.

Auch die Mittel, die eine Beschleunigung der Keimung, besonders bei nicht genügender Keimreife, verursachen, wurden angewandt. Verwendung von Blausäure nach dem von Gaßner (6) und Hassebrauk (10) angewandten Verfahren, sowie Anschneiden und Verletzen der Weizenkörner, wie es von Kießling (17) u. a. vorgeschlagen wurde, hatten zwar auf die Keimgeschwindigkeit bei den Keimprüfungen den beabsichtigten Einfluß, konnten jedoch keinerlei Veränderungen in dem Brandbefall verursachen. Allerdings war bei keinem der Versuche eine Beeinflussung des Aufganges im Felde zu beobachten.

7. Das Verhalten der Weizensorten gegen Steinbrand-Infektion.

a) Über die Frage der Beziehungen zwischen Steinbrandbefall und Keim- und Wachstumsgeschwindigkeit von Weizensorten.

Die Ursache für die verschiedenartige Resistenz der Weizensorten gegenüber Steinbrand hat bisher noch keine eindeutige Erklärung gefunden. Die ursprünglich von v. Tubeuf (32) geäußerte Ansicht, daß eine Beziehung zwischen Steinbrandresistenz und Keimgeschwindigkeit der einzelnen Sorten besteht, gab wiederholt Veranlassung zu Untersuchungen über diese Frage. Appel und Gaßner (2) bestätigen zunächst experimentell die Vermutungen v. Tubeufs. Kirchner (18) und Hecke (19) fanden jedoch keinen Parallelismus zwischen Keimungsgeschwindigkeit und Widerstandsfähigkeit der Sorten gegen *Tilletia tritici*. Hiltner (16) schloß sich der Auffassung, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit eine Rolle spiele, in der Weise an, daß er die spätere Entwicklung während des Längenwachstums der Pflanzen für das Zustandekommen der Infektion verantwortlich macht. So stellt ja auch Riehm (24) den Infektionsvorgang dar, wenn er sagt, daß das Infektionsergebnis davon abhängig sei, ob das im Halm mitwachsende Pilzmyzel in der Lage sei, zum Zeitpunkt der Ährenbildung die Vegetationsspitze zu erreichen. Hinsichtlich der Keimgeschwindig-

keit als vermutlicher Ursache für die Sortenanfälligkeit, konnte Straib (30) kein zuverlässiges Ergebnis finden. Er weist allerdings darauf hin, daß in seinen Auszählungen lediglich die Keimenergie bzw. Triebenergie festgestellt sei und nicht die ersten Entwicklungstage im einzelnen mit erfaßt seien. Sessous (28) teilt hierzu noch die Ansicht des amerikanischen Forschers Woolman mit, die dahin geht, daß die Immunität nicht von der Wachstumsgeschwindigkeit, sondern durch eine bestimmte H-Ionenkonzentration des Pflanzensaftes bedingt wird. Er (Woolman) habe zahlreiche mikroskopische Beweise, daß der Steinbrandpilz in die Epidermis der Koleoptile immuner Varietäten ebenso eindringe wie in die der meisten anfälligen. Die Ursache für die verschiedene Widerstandsfähigkeit, der Weizensorten ist also noch recht ungeklärt. Ich habe versucht, unter Verfolgung des gesamten Entwicklungsverlaufes festzustellen, ob hierin irgendwelche Unterschiede bestehen.

Das Verhalten der Sorten in dem Anfangsstadium der Keimung, der Quellung, wurde an der Quellungsgeschwindigkeit der Körner beobachtet. Das Korn wurde in Wasser von 15°C in Schalen gelegt und alle 15 Minuten eine Probe entnommen zum Ansetzen einer Feuchtigkeitsbestimmung. So wurde bis zu 7 Stunden nach der Einquellung die Feuchtigkeit bestimmt. Das Ergebnis der Versuche ist nicht mitgeteilt worden, weil keinerlei Gesetzmäßigkeiten zu finden waren. Der Verlauf der Wasseraufnahme ging bei den verschiedenen Sorten unter Benutzung einheitlich gewonnenen Saatgutes in gleichmäßiger Richtung vor sich, aber keineswegs so, daß die Wasseraufnahme der widerstandsfähigen Sorten schneller vor sich gegangen wäre als die der anfälligen.

Auch bei den Keim- und Triebkraftbestimmungen, die verschiedentlich, wie oben gezeigt, in Zusammenhang mit Anfälligkeit bzw. Resistenz der Sorten gebracht wurden, konnte kein brauchbares Ergebnis gefunden werden. Die aus früheren Versuchen bekannten Sorten, die durch starke Infektion auf ihre Resistenz geprüft wurden, wiesen zwar eine verschiedene Steinbrandanfälligkeit auf, unterschieden sich aber in keiner Weise in der Keim- oder Triebkraft. Es ließen sich keinerlei Anhaltspunkte dafür finden, daß Anfälligkeit und schwache Keimenergie, bzw. Widerstandsfähigkeit und hohe Keimenergie parallel gehen.

Gelegentlich der Besprechung dieser Fälle weist Knorr (19) darauf hin, daß die Versuche Straibs (30) deswegen nicht als beweisend gelten könnten, weil der Zeitraum der Keimung bei

künstlichen Keim- und Triebkraftprüfungen noch lange nicht mit den bei Feldaussaat gefundenen Werten übereinzustimmen braucht. Bei den im folgenden Unterabschnitt zu schildernden Immunitätsprüfungen ist selbstverständlich von mir auch der Aufgang der einzelnen Sorten aufgezeichnet worden. Sämtliche geprüften Sorten unterscheiden sich jeweils in einem Jahre um höchstens 2 Tage in der Schnelligkeit des Aufganges. Dabei waren aber anfällige Sorten gelegentlich schneller aufgegangen als weniger anfällige. Es konnte also auch im Entwicklungsstadium bis zum erfolgten Aufgang keinerlei Zusammenhang gefunden werden.

Die Möglichkeit, daß in der späteren Entwicklungsgeschwindigkeit der Weizenpflanze noch eine Abhängigkeit von der Befallshöhe gefunden werden kann, muß auch in den Bereich der Untersuchung gezogen werden. Riehm (24) stellt die Entwicklung so dar, daß das Steinbrandmyzel mit dem Vegetationskegel bis zum Beginn der Ährenbildung weiterwächst und dann in die einzelnen Fruchtknoten der Blüten eindringt. Es besteht daher die Möglichkeit, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit einer Weizensorte diejenige des Myzels übertrifft, so daß es nicht folgen kann und den Vegetationskegel zur Zeit der Ährenbildung zu spät oder gar nicht erreicht. Hieraus wird dann die ganz oder teilweise erfolgte Bildung von Steinbrandbutten in einem Teil der Ähre einer Pflanze oder gar einem Teil einer einzelnen Ähre folgert.

Zwei Jahre hindurch vorgenommene periodische Messungen an zwei anfälligen und zwei sehr widerstandsfähigen Sorten sollten Klärung über die Bedeutung der Wachstumsgeschwindigkeit schaffen. Zu diesem Zweck wurde an 15 Pflanzen jeder Sorte die Länge der einzelnen Internodien und die Gesamtlänge an 3 Terminen: vor dem Schossen (I), nach dem Schossen (II) und bei der Ernte (III) gemessen. Solange die Pflanzen noch nicht geschoßt hatten, gilt als Gesamtlänge die Entfernung vom Boden bis zum obersten Blattöhrchen. Bewußt wurde die Länge stets vom Boden aus gemessen, um schnell arbeiten zu können. Obwohl diese Methode Fehlerquellen durch evtl. vorliegende verschiedene Saattiefe der Körner und dadurch verschieden tief gelegene Bestockungsknoten aufweist, wurde sie benutzt, da alle anderen Möglichkeiten zu zeitraubend waren und die Pflanzen an einem Tage sämtlich durchgemessen sein mußten. Schließlich mußte verschieden tiefe Lage des Bestockungsknotens in der letzten Messung der reifen, geernteten Pflanze zum Ausdruck kommen.

Die Untersuchung brachte leider kein nach irgendeiner Richtung weisendes Ergebnis. Die prozentuale Zunahme zeigte weder bei der Wachstumsgeschwindigkeit eines der Internodien, noch der der Gesamtlänge schnellere Entwicklung bei den immunen Sorten. Hier sei deshalb nur das Ergebnis der Gesamtlängenmessungen wiedergegeben.

Tabelle X.

Wachstumsgeschwindigkeitsmessungen an 4 Sorten.

A. Vegetationsbeobachtungen.

		Aussaat	Aufgang	Schossen	Steinbrand %	
Strubes Dickkopf	{	1927	27. X.	22. XI.	25. VI.	50,0
		1928	19. X.	7. XI.	27. VI.	64,0
Strubes General v. Stocken	{	1927	27. X.	22. XI.	25. VI.	60,0
		1928	19. X.	7. XI.	27. VI.	30,0
Banner Berkeley	{	1927	27. X.	3. XII.	16. VI.	12,5
		1928	19. X.	7. XI.	26. VI.	5,0
Florence	{	1927	27. X.	3. XII.	16. VI.	0,0
		1928	19. X.	7. XI.	21. VI.	0,0

B. Gesamtlängenmessungen.

	Termine der Messung	Halmlänge in cm			Prozentzunahme		Stein- brand %
		I	II	III	von I zu II	von II zu III	
Dickkopf {	1927	57,3	71,4	96,7	+ 24,6	+ 35,5	50,0
	1928	38,7	52,7	69,3	+ 36,2	+ 31,5	64,0
Stocken {	1927	50,2	66,9	93,6	+ 33,2	+ 40,0	60,0
	1928	47,8	60,3	80,6	+ 26,2	+ 33,7	30,0
Banner {	1927	61,1	69,3	100,1	+ 13,4	+ 44,8	12,5
	1928	59,4	79,8	105,1	+ 34,4	+ 31,7	5,0
Florence {	1927	69,7	73,2	103,9	+ 5,0	+ 42,0	0,0
	1928	60,8	80,8	106,6	+ 32,9	+ 31,9	0,0

Die Ergebnisse zeigen, daß keinerlei Unterschied besteht zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit von immunen und von anfälligen Weizensorten. Man hätte vermuten können, daß die beiden widerstandsfähigen Sorten Banner Berkeley und Florence ein schnelleres Längenwachstum besitzen als die beiden anfälligen Sorten.

b) Beiträge zur Frage der Immunitätszüchtung gegen Steinbrand.

Da die Frage der Brandimmunität von praktischer Bedeutung ist, gleichzeitig aber auch besonders interessante Beobachtungen ermöglicht, wurde in den Jahren 1923/24, 1924/25 und 1926/27 eine größere Anzahl von Sorten auf ihr Verhalten geprüft.

Tabelle XI.

Das Verhalten von Winterweizen-Sorten bei Infektion mit Schlanstedter Steinbrand.

1923/24; 1924/25; 1926/27.

Aussaatmenge je Sorte: 400 Korn.

Aussaatag 1923/24: 13. X; 1924/25: 10. X; 1926/27: 27. X.

Nr.	Sorte	Steinbrandprozente		
		1923/24	1924/25	1926/27
1.	Raeckes Dickkopf	93,9	80,4	—
2.	Weißweizen	90,2	74,9	—
3.	Strubes General von Stocken . . .	90,0	91,4	57,5
4.	Rimpaus Bastard	83,5	52,9	—
5.	Mahndorfer Dickkopf	83,4	74,0	82,2
6.	Suckerts Sand	83,3	84,4	—
7.	Strubes Dickkopf	81,0	82,7	63,4
8.	Rimpaus „	77,4	54,3	86,7
9.	Carstens „	76,3	79,2	71,5
10.	Criewener 104	62,7	61,0	15,5
11.	G. 326 red	46,8	9,6	35,7
12.	C. D. 1558 B.	38,9	72,5	—
13.	Rippiner brauner	38,4	78,8	—
14.	Sherman Or. C. D. 4430.	23,3	22,4	2,8
15.	Turkey red Washington	18,3	35,0	5,5
16.	G. 236 white	15,9	27,5	—
17.	C. D. 1558 A.	14,1	27,9	12,7
18.	Martin Amber	11,4	8,0	3,3
19.	G. 324 (Wechselweizen)	9,8	13,9	0,0
20.	Red Hussar	6,9	13,1	2,7
21.	Banner Berkeley.	5,4	20,2	9,1
22.	White Odessa.	3,2	3,8	1,2
23.	Smut proof	1,9	19,5	8,7
24.	Florence	0,0	10,2	3,8

Die Sorten Nr. 11—24 stammen sämtlich aus U. S. A. (außer Nr. 13).

Es kann kein Zweifel sein, daß Sortenunterschiede vorliegen. Daß dies der Fall ist, wurde ja auch bereits früher von einer großen Anzahl von Forschern festgestellt; in älterer Zeit von v. Tubeuf (33), Kirchner (18), Hecke (12), in neuerer Zeit von Zade (35), Knorr (19), Gieseke (8) u. a. Wir teilen die Sorten nach ihrem Anfälligkeitsgrad ein. Von den angeführten können bezeichnet werden Nr. 1—10 und Nr. 13 als hochanfällig, Nr. 11, 12 und Nr. 14—17 als mittelanfällig, Nr. 18—24 als schwachanfällig. Im Jahre 1926/27 wurden noch weitere in der obigen Tabelle nicht angeführte Weizensorten geprüft. Sie waren sämtlich hochanfällig, und zwar handelt es sich um folgende Sorten:

Beselers Dickkopf III	Geheimrat Aereboe
Hörnings Dickkopf	Dippes Dickkopf
Hohenheimer Dickkopf	Kuwerts ostr.
Krafft's Dickkopf	Samland Winterweizen
Lohnauer begr.	Werthers Dickkopf
Raeckes Sieghardt	Bürkners Dickkopf
Lembkes Obotriten	Salzmünder Standard
Draegers Sebenter	Svalöfs Panzer.

Soweit es sich bei den vorstehenden Sorten um reine Linien handelt, wird naturgemäß keine Möglichkeit bestehen, durch fortgesetzte Infektionsversuche zu Weizenstämmen zu gelangen, die eine größere Resistenz aufweisen. Soweit Liniengemische vorliegen, können durch langjährige Auswahl diejenigen Formenkreise ausgeschaltet werden, welche sich durch erhöhte Anfälligkeit auszeichnen. Um einen Einblick zu gewinnen, inwieweit der ständige Infektionsversuch zur Gewinnung von brandfesten Sorten führen kann, wurden seit 1923 folgende Sorten in der Weise geprüft, daß sie alljährlich infiziert wurden. Die gesund gebliebenen Pflanzen wurden für den nächstjährigen Versuch gleicher Art verwandt:

Banner Berkeley	Turkey red Washington
Sherman Or C. D. 4430	C. D. 1558 A
G. 324 (Wechselweizen)	Red Hussar
G. 326 red	Martin Amber
Florence	White Odessa.
Smut proof	

Die Ergebnisse sind nicht zahlenmäßig aufgeführt, weil Gesetzmäßigkeiten trotz 6jähriger sorgfältiger Durchführung der Prüfungen nicht erkennbar waren. Bei keiner der Sorten hat eine Verschiebung

der Resistenz in einer bestimmten Richtung stattgefunden. Es erscheint daher fraglich, ob derartige Versuche für den praktischen Züchter Bedeutung haben, wenn es sich nicht ganz offensichtlich um Populationen handelt.

Es lag die Vermutung nahe, daß die aus Kreuzungen stammenden Sorten Svalöfs Panzer und Heils Dickkopf, die in den Prüfungen verschiedentlich starke Schwankungen in der Höhe des Brandbefalles zeigten, noch Liniengemische in bezug auf die physiologische Eigenschaft „Brandanfälligkeit“ seien. Jedoch auch bei diesen Sorten hatte ein 4jähriger Ausleseversuch ein in keiner Richtung eindeutiges Ergebnis. Der Brandbefall schwankte von Jahr zu Jahr weiter sehr stark.

Um überhaupt einmal einen Einblick zu bekommen, inwieweit diese Ausleseversuche Bedeutung besitzen können, sind weitere Versuche eingeleitet, in denen eine anfällige Sorte mit einer ziemlich resistenten im Verhältnis 1 : 1 gemischt zur Aussaat gebracht wurde. Von diesem Sortengemisch werden nun alljährlich die gesund gebliebenen Pflanzen geerntet und zur nächstjährigen Aussaat weiter verwandt. Hierbei wird dann neben dem Befall das Zahlenverhältnis der Sorten zueinander bestimmt werden. Der Versuch wird einige Jahre fortgesetzt: über die Ergebnisse soll später berichtet werden.

8. Sortenanfälligkeit und Immunität gegenüber verschiedenen Steinbrandherkünften.

In letzter Zeit ist die Biotypen-Forschung auf eine ganze Anzahl von parasitären Pilzen ausgedehnt worden. Erinnerung sei z. B. an die grundlegenden Untersuchungen bei Schwarzrost, in denen Hayes und Stakman (11) bei *Puccinia graminis* eine ganze Anzahl Biotypen feststellten. Für den Steinbrand des Weizens sind ebenfalls Biotypen festgestellt worden. Von Römer (26) in Halle und von Gaines (7) in Amerika wurde das Infektionsverhalten von verschiedenen Steinbrandherkünften gegenüber einer Anzahl von Winterweizensorten geprüft. Es zeigte sich dabei, daß sowohl in Halle, wie auch in der amerikanischen Prüfungsstation Pullmann die aus Halle stammenden Steinbrandsporen einen höheren Steinbrandbefall hervorriefen als die amerikanischen Herkünfte. In Verfolg seiner Arbeit hat Römer eine große Anzahl von Steinbrandherkünften gesammelt und sie zur Infektion an verschieden anfälligen Sorten benutzt. Er stellte

hierbei recht große Unterschiede in der Infektionshöhe der einzelnen Herkünfte fest. Wir kommen hierauf noch zurück. Bei Fortsetzung dieser Versuche fand Knorr (19) bei der Prüfung der Herkünfte an Sommerweizensorten andere Unterschiede, als Römer sie bei den Winterweizensorten fand. Er vermutet, daß die Ursache hierfür darin zu suchen sei, daß sich Steinbrandlinien und Weizensorten ganz individuell zueinander verhalten. Knorr konnte weiter noch zeigen, daß aus einer Steinbrandherkunft noch weitere Linien

Tabelle XII.

Das Verhalten verschiedener Sommerweizensorten bei Infektion mit den Herkünften Pullmann (U. S. A.) und Cosel (Deutschland).

1928.

Saatgut vor der Infektion 5 Min. in 0,1%ige Formalinlösung getaucht, dann 15 Min. in fließendem Wasser gewaschen, bei Zimmertemperatur zurückgetrocknet, dann infiziert.

Aussaat am: 26. III. 1928.

Körner je Sorte: 400 (Original vom Züchter).

Sommerweizensorten	Prozent Steinbrand im Mittel von zwei Wiederholungen bei Herkunft	
	Pullmann	Cosel
1. v. Rümkers Sommer-Dickkopf	57,0	21,5
2. Peragis	47,5	25,3
3. Hörnings grüne Dame	33,2	27,0
4. Hohenheimer 25 f.	28,6	13,5
5. Mettes roter Bordeaux	26,9	10,7
6. Strubes roter Schlanstedter	23,7	17,5
7. Dippes Bordeaux	22,7	9,7
8. Mahndorfer Bordeaux	20,6	33,8
9. Rimpaus roter Schlanstedter	19,5	16,3
10. Bethges Sommerweizen	16,0	20,7
11. Heines Japhet	15,1	9,8
12. Strubes weißähriger frühreifer	10,0	11,8
13. Derenburger weißähriger	7,7	14,7
14. Janetzkis früher	7,3	23,8
15. Heines Kolben	6,2	10,2
16. Lohmanns Gal. Kolben	5,9	5,0
17. Strubes roter Schlanstedter I. Absaat	5,1	16,0
18. P. S. G. Sommerweizen	4,5	16,5
19. Derenburger rotähriger	0,7	13,5

durch Infektion an verschieden hochanfälligen bzw. resistenten Weizensorten isoliert werden können. Nach diesen Ergebnissen ist also mit einer großen Anzahl von Biotypen innerhalb der Art *Tilletia tritici* zu rechnen.

Für unsere Versuchszwecke standen uns durch das Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. Römer einige der von ihm benutzten Steinbrandherkünfte zur Verfügung.

Römer fand, daß die Herkunft Cosel durchschnittlich bei allen Weizensorten den höchsten und die aus Pullmann den niedrigsten Befall hervorrief. Diese beiden Herkünfte wurden zu einer Infektion an 19 verschiedenen Sommerweizensorten benutzt (Tab. XII S. 199).

Deutliche Unterschiede in dem Infektionsverhalten waren zu beobachten bei den Sorten Peragis und von Rümkers Sommerdickkopf: etwas geringere Unterschiede dann noch bei Janetzkis fr., Hohenheimer 25 f und Mettes und Dippes Bordeaux, sowie Derenburger weißährigem und rotährigem, Strubes rotem Schlanstedter I. Absaat und P. S. G. Sommerweizen. Bemerkt sei, daß die Infektion mit den einzelnen Herkünften, insbesondere auch bei den folgenden Versuchen unter Anwendung aller nur denkbaren Vorsichtsmaßnahmen erfolgte.

Es wurden ferner sämtliche zur Verfügung stehenden Brandherkünfte 1928 an Original und I. Absaat der Sorte Strubes roter Schlanstedter Sommerweizen geprüft.

Da die festgestellten Brandprozente durchweg niedrig waren, können die Unterschiede zwischen den beiden Saatgutstufen nicht als gesichert angesehen werden. Im Herbst 1928 wurden daher die Versuche mit einigen Winterweizensorten fortgesetzt.

Um den Ergebnissen eine größere Sicherheit zu geben, wurde bei den jetzt folgenden Herkunftsprüfungen das im Original bezogene Steinbrandmaterial und solches, das im Jahre 1928 auf Strubes rotem Schlanstedter Sommerweizen vermehrt war, zur Infektion benutzt (Tab. XIII).

Gleichmäßig empfindlich bzw. unempfindlich gegen die fünf geprüften Herkünfte sind die Sorten Strubes Dickkopf, Strubes General von Stocken und Heils Dickkopf. Criewener 104 weist einzelne geringe Schwankungen auf, die aber nicht regelmäßig bei den beiden Steinbrandserien auftreten. Es fällt deutlich heraus der Stamm 1306: die Herkunft Ungarn ergab hohen, Dahlem, Landskrona und Schlanstedt mittleren und Arlington-Farm

niedrigen Befall. Es liegen also Ergebnisse vor, die diejenigen Römers bestätigen. Deutlich zeigt sich in diesem Versuch die Bedeutung der Sorte für die Beurteilung des Wertes der einzelnen Herkünfte. Bei einem ähnlichen Versuch mit Sommerweizen trat sie wiederum in Erscheinung (Tab. XIV).

Die Unterschiede sind in diesem Versuch ohne Zweifel nicht nach den Brandherkünften, sondern nach den Sorten am deutlichsten. Heines Kolben und Strubes roter Schlanstedter Sommerweizen weisen durchweg eine niedrige Infektion auf, von Rümkers Sommerdickkopf eine mittlere und Peragis eine hohe.

Der Gedanke, daß nicht allein die Herkunft des Steinbrandes in geographischer Beziehung, sondern auch hinsichtlich der Abkunft von einer bestimmten Wirtssorte Unterschiede im Befall hervorrufen kann, ist nicht neu. Knorr (19) hat bereits Versuche in der Richtung angestellt, daß er von verschiedenen stark anfälligen

Tabelle XIII.

Das Verhalten von Winterweizensorten bei Infektion mit Steinbrand verschiedener Herkunft.

1929.

Infektion mit der Originalherkunft 1927, sowie mit den 1928 auf Strubes rot

Schlanstedter Sommerweizen davon vermehrten Herkünften.

Aussaatag: 29. und 30. X. 1929.

Aussaatmenge: Je Versuch: 400 Korn.

Aufgang: 22. und 23. XI.

Herkunft des Steinbrandes	Steinbrandbefall in % bei den Sorten				
	Strubes Dickkopf	Strubes General v. Stocken	Heils Dickkopf	Zucht- stamm 1306	Criewener 104

1927: Original.

Ungarn.	48	52,5	2	48,5	53,5
Dahlem.	72	62	7	36	42
Arlington-Farm.	52	46	5	6	3,5
Landskrona	43,5	41	8	8,5	25,5
Schlanstedt	58	55,5	14	11	19

1928: Ernte Schlanstedt.

Ungarn.	57,5	75	2	60,5	65
Dahlem.	60,5	62	3,5	38	30
Arlington-Farm.	59	50,5	4,5	7	18,5
Landskrona	60	64	5	10,5	26,5
Schlanstedt	71	66,5	22	10,5	34,5

Sorten Steinbrand gewann und diesen wieder zur Infektion derselben und anderer Sorten benutzte. Es zeigte sich dabei, daß das ursprünglich einheitliche zur Infektion der Ausgangssorten benutzte Steinbrandmaterial durch Weiterzucht auf bestimmten Sorten wiederum in eine Reihe von verschiedenen Stämmen auf-

Tabelle XIV.

Das Verhalten von Sommerweizensorten bei Infektion mit
Steinbrand verschiedener Herkunft.

1929.

Infektion mit der Originalherkunft 1927, sowie mit den davon auf Strubes roter Schlanstedter Sommerweizen vermehrten Herkünften.

Aussaatag: 15. IV. 1929.

Aussaatmenge: Je Versuch: 400 Korn.

Aufgang: 5. V. 1929.

Herkunft des Steinbrandes	Steinbrandbefall in % bei den Sorten			
	Strubes roter Schlanstedter Sommerweizen	Peragis	Heines Kolben	v. Rümkers Sommer- Dickkopf

1927: Original.

Pullmann	0,3	19,7	2,7	9,7
Cosel	8,6	25,7	1,9	10,5
Breslau	4,0	28,5	11,1	18,6
Bonn	10,6	28,7	7,1	24,2
Weihenstephan	8,7	31,0	6,2	12,6
Hohenheim	7,5	35,5	3,6	25,0
Göttingen	13,0	40,0	5,7	21,2
Wageningen	2,2	31,7	4,8	19,5
Lyngby	2,1	35,5	5,7	2,4
Zürich	2,6	29,0	13,0	21,6
Schlanstedt	4,4	33,0	6,3	26,7

1928: Ernte Schlanstedt.

Pullmann	1,6	33,0	8,9	27,0
Cosel	7,4	27,5	13,6	19,9
Breslau	7,4	22,5	8,8	13,2
Bonn	9,7	37,5	5,4	24,3
Weihenstephan	25,5	42,0	5,7	25,8
Hohenheim	20,9	47,0	5,9	43,0
Göttingen	13,1	48,0	11,6	30,5
Wageningen	5,7	46,0	6,5	31,5
Lyngby	4,0	33,5	10,8	26,0
Zürich	0,0	29,0	36,5	29,0
Schlanstedt	6,9	40,0	4,1	25,5

geteilt werden kann. Diese Ergebnisse können durch einen eigenen Versuch bestätigt werden. Von den aus dem Abschnitt über Sortenprüfungen bekannten Weizensorten General von Stocken, Heils Dickkopf, Banner Berkeley und G 326 red wurde im Herbst 1927 der Steinbrand getrennt gewonnen und im Frühjahr 1928 zur Infektion von verschiedenen Sommerweizensorten benutzt (Tab. XV).

Tabelle XV.

Das Verhalten von Sommerweizensorten gegen Infektion mit Steinbrand Herkunft Schlanstedt, die von verschiedenen Weizensorten gewonnen ist.

1928.

Aussaat: 24. III. 28. } bei allen Sorten gleichmäßig außer
 Aufgang: 20. IV. 28. } Janetzki's frühem Sommerweizen,
 Schossen: 4. VII. 28. } der am 2. VII. schoßte.
 Ausgesät: Je Versuch: 400 Korn.

	Steinbrandbefall in % bei Infektion mit der Steinbrandabkunft von			
	Stocken	Heil	Banner Berkeley	G 326 red
Strubes rot. Schlanst. . . .	34,9	45,1	30,5	25,4
" Sowz. Neuzucht	31,5	18,0	17,5	21,0
Heines Kolben	22,2	21,9	2,0	16,2
Janetzki's fr.	16,4	17,7	0	24,2

Es zeigt sich, daß die Unterschiede, die bei dem vorstehenden Versuch für die einzelnen Abkünfte erzielt wurden, fast größer sind, als sie bei den Versuchen mit verschiedenen Herkunftten erzielt werden konnten. Knorrs Ergebnisse werden insofern wieder bestätigt, als im Durchschnitt der Steinbrand von dem anfälligen Stocken auch wieder die größte Infektionskraft gehabt hat, allerdings kommt ihm das Ergebnis des schwachanfälligen Heil sehr nahe. Die Erklärung Knorrs, daß von anfälligen Sorten gewonnener Steinbrand eine größere Streubreite besitzt, weil sich auf solchen Sorten mehr Linien ausbilden können, ist einleuchtend. Sie wird ja bestätigt durch das Ergebnis der Infektion mit der Steinbrandabkunft Banner Berkeley. Trotz dieser einleuchtenden Erklärung liegt der Gedanke nahe, daß außer der Wirtssorte und dem Herkunftsort die Beschaffenheit der Sporen Bedeutung haben kann.

Die Vermutung, daß die benutzten Herkunftten aus Amerika durch den langen Reiseweg eine Beschädigung oder Schwächung ihrer Keimfähigkeit hätten erleiden können, liegt nahe. Im Jahre

1928 wurden daher sämtliche Herkünfte in einer Kalziumnitratlösung in Petrischalen auf ihre Keimfähigkeit hin geprüft. Das Ergebnis ist in Tabelle XVI niedergelegt.

Tabelle XVI.

Ergebnis der Keimfähigkeitsprüfung der verschiedenen zu der Infektion von Original und I. Absaat Strubes roter Schlanstedter Sommerweizen benutzten Steinbrandherkünfte. 1928.

Keimmedium: 0,1% ige Kalziumnitratlösung.

Keimung im Dunkeln bei Zimmertemperatur 18—20° C, je Herkunft 3 Wiederholungen.

Steinbrandherkünfte	Datum der Einkeimung	Ablesung Tage nach der Einkeimung ¹⁾							Höhe der mit der Herkunft erzielten Infektion bei Strb. rotem Schlanstedter	
		2	3	4	5	6	9	11	Original	I. Absaat
1. Schlanstedt . .	29. VII.	0	0,1	0,5	0,95	0,95	—	1,5	hoch	hoch
2. Berlin-Dahlem .	29. VII.	0,1	0,1	0,5	0,5	0,75	1,5	2	"	mittel
3. Landsberg/W. .	29. VII.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	1,5	2	schwach	hoch
4. Ungarn	29. VII.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	1,5	2	hoch	"
5. Göttingen . . .	29. VII.	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	2,5	3	mittel	mittel
6. Halle	29. VII.	0,1	0,1	0,1	0,5	0,75	1,5	2	schwach	hoch
7. Ostpreußen . . .	29. VII.	0,5	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	3	mittel	schwach
8. Hohenheim . . .	29. VII.	0,75	0,75	0,75	0,75	0,9	2	2	hoch	hoch
9. Weihenstephan	29. VII.	0,1	0,1	0,1	0,5	0,75	1,5	2	schwach	mittel
10. Bonn	29. VII.	0,75	0,75	0,75	0,75	1	2	2	"	"
11. Pullmann . . .	14. VII.	0	0,1	0,1	0,1	0,5	—	—	hoch	schwach
12. Breslau	14. VII.	0	0,1	0,1	0,1	0,5	—	—	"	hoch
13. Cosel	14. VII.	0	0,1	0,1	0,1	0,5	—	—	"	"
14. Wageningen . .	29. VII.	0,1	0,1	0,1	0,5	0,75	1,5	2	mittel	mittel
15. Landskrona . .	14. VII.	0	0,1	0,5	0,75	0,75	—	—	schwach	schwach
16. Lyngby (Dän.)	14. VII.	0	0,1	0,5	0,75	0,75	—	—	"	mittel
17. Zürich	14. VII.	0	0,1	0,75	0,75	0,75	—	1,5	mittel	schwach
18. Arlington-Farm	14. VII.	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	schwach	"

¹⁾ Die Ablesung der gekeimten Sporen erfolgte nach folgendem Schema:

0,1 = 1 bis 2 gekeimte Sporen auf 5 qcm Fläche.

0,5 = vereinzelte unregelmäßige Sporenkeimung.

1 = bis 1% der Fläche mit gekeimten Sporen bedeckt.

2 = etwa 5% der " " " " " "

3 = bis zu 50% der Fläche mit gekeimten Sporen bedeckt.

4 = über 50% " " " " " "

Bei den Herkünften Nr. 1—17 sind deutliche Unterschiede nicht erkennbar. Dies wird auch durch das Infektionsergebnis, das in den beiden letzten Spalten beurteilt wurde, bestätigt. Es besteht hier keinerlei Regelmäßigkeit zwischen Sporenkeimung und Infektionsergebnis. Lediglich die Herkunft Nr. 18 Arlington-Farm weist schlechte Keimung und in dem Infektionsversuch mit Strubes rotem Schlanstedter Sommerweizen auch eine schwache Infektion auf. Jedenfalls deutet das Ergebnis darauf hin, daß man bei Herkunftsprüfungen die Keimfähigkeit berücksichtigen muß. Dies wird noch deutlicher in einem anderen Versuch (Tab. XVII), in dem die Sporen, die von verschiedenen Sorten, z. T. auch zu verschiedenen Zeiten gewonnen waren, einer Keimprüfung unterzogen wurden.

Tabelle XVII.

Einfluß der Sporenabkunft und Erntezeit auf die Keimfähigkeit von Steinbrandsporen. Ernte 1929.

Keimprüfung erfolgte: 1. Mit Sporen von unreifem Winterweizen 3186, Ernte am 15. VII. 2. Sporen von reif geerntetem: a) Winterweizen 3186, b) Heils Dickkopf, c) P. S. G. Hertha, d) Svalöfs Panzer. 3. Mit Sporengemisch von immunen und anfälligen Sorten.

Keimmedium: 0,1%ige Kalziumnitratlösung in 2 Petrischalen je Sporenabkunft. Ablesung: 2 Tropfen je Petrischale werden in Zählkammern durchgezählt auf Gesamtsporenhalt und gekeimte Sporen.

Beginn der Einkeimung	Std. nach der Eink.	Sporen		% ge- keimt	Std. nach der Eink.	Sporen		% ge- keimt				
		gesamt	gek.			gesamt	gek.					
I. Auszählung									II. Auszählung			
1. 19. X. 9 Uhr	48	745	6	0,8	70	400	2	0,5				
2 a. 21. X. 7 "	48	623	6	1,0	75	540	60	11,1				
b. 19. X. 14 "	49	459	7	1,5	72	468	19	4,1				
c. 19. X. 14 "	48	287	1	0,4	72	320	17	5,3				
d. 21. X. 7 "	48	826	16	1,9	75	437	85	19,4				
3. 19. X. 9 "	47	491	8	1,6	69	582	16	2,8				
III. Auszählung					IV. Auszählung							
1. 19. X. 9 Uhr	122	566	9	1,6	171	543	300	55,2				
2 a. 21. X. 7 "	124	394	199	50,5								
b. 19. X. 14 "	121	353	130	36,8								
c. 19. X. 14 "	122	454	212	46,7								
d. 21. X. 7 "	124	460	242	52,6								
3. 19. X. 9 "	123	400	310	77,5								

Nach 170 Stunden war bei 2a—d und 3 keine Ablesung mehr möglich, da sich die Konidien bereits größtenteils von den Sporen gelöst hatten.

Der vorzeitig geerntete Steinbrand des Winterweizens 3186 weist eine recht geringe Keimenergie auf. Die Keimkraft jedoch erreicht später das Durchschnittsergebnis der anderen Abkünfte. Die Unterschiede zwischen den anderen von reifen Weizensorten geernteten Sporen sind nicht wesentlich. Auch dieses Ergebnis weist darauf hin, wie sehr man bereits bei der Gewinnung der Sporen auf gleiche, gute Keimfähigkeit achten muß.

10. Zusammenfassende Besprechung der Ergebnisse.

1. Die Berechnung des mittleren Fehlers „m“ ist für Steinbrandversuche nicht geeignet, da nicht zufällige Fehler, sondern systematische Fehler die Schwankungen der Werte verursachen. Eine Sicherung der Ergebnisse ist leichter möglich durch Wiederholung der Versuche mit mehreren Weizensorten ohne Berücksichtigung des mittleren Fehlers, als durch zahlreiche Wiederholungen mit einer Sorte mit Berücksichtigung des mittleren Fehlers.

2. Bedeutung für die Höhe des Brandbefalles bei verschiedener Aussaatzeit haben vor allem die nach der Aussaat und während des Aufganges im Boden herrschenden Temperaturen.

3. Die gleiche Veränderung des Infektionsergebnisses, wie es bei Veränderung der Keimtemperatur eintritt, läßt sich bei zeitlicher Veränderung des Keimvorsprunges von Korn oder Spore erreichen.

4. Bei Bodeninfektionsversuchen war eine Infektion nach 3 bis 4 Wochen ausgeschlossen, weil sämtliche Sporen in dieser Zeit auskeimen. Die vereinzelt in der Praxis vorkommenden Bodeninfektionen werden durch tiefe Lagerung der Sporen im Boden und Verhinderung der Keimung vor allem durch Mangel an Sauerstoff erklärt.

5. Das wechselseitige Verhalten der Wachstumsgeschwindigkeit von Korn und Spore konnte auch bei Behandlung mit heißer Luft bzw. heißem Wasser durch ihre Wirkung auf die Brandinfektion gezeigt werden.

6. Vergleichende Untersuchungen über die Wachstumsgeschwindigkeit von resistenten und anfälligen Sorten konnten keinerlei Beziehungen zu der Höhe der Brandinfektion aufdecken.

7. Infektionsversuche an verschiedenen Weizensorten zeigen eine große Anzahl als hochanfällig, eine kleinere als mittel- und schwachanfällig. Eine vollkommen immune Sorte wurde nicht gefunden.

8. Bei Infektion mit verschiedenen Steinbrandherkünften wurden Unterschiede in der Infektionskraft der Herkünfte an Sommerweizensorten gefunden. Bei Infektion an Winterweizensorten waren die Unterschiede deutlicher. Ebenso große Unterschiede wie mit verschiedenen Herkünften konnten aber auch mit Steinbrand, der von verschiedenen Sorten, jedoch von einer Herkunft stammte, hervorgerufen werden.

9. Da Zusammenhänge zwischen Herkunft und Keimfähigkeit einerseits und zwischen Erntezeit der Sporen und Keimfähigkeit andererseits bestehen, ist bei Versuchen zur Klärung der Biotypenfrage der Keimfähigkeit des benutzten Sporenmaterials besondere Beachtung zu schenken.

Herrn Professor Dr. Gaßner möchte ich an dieser Stelle für die Anregung zu dieser Arbeit meinen besonderen Dank sagen. Die Möglichkeit zur Durchführung der z. T. außerordentlich umfangreichen Versuche gab mir die Saatzuchtwirtschaft Fr. Strube-Schlanstedt G. m. b. H. Für dieses große Entgegenkommen bin ich Frau Elisabeth Strube sehr zu Dank verpflichtet. Für die stete Bereitwilligkeit aller, die mich bei der Durchführung der Versuche unterstützt haben, danke ich ebenfalls.

Literaturverzeichnis.

1. Appel und Gaßner, Der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den Flugbrandarten des Getreides und ein neuer Apparat zur einfachen Durchführung der Heißwasserbehandlung des Saatgutes. *Mitteilg. d. Kais. Biol. Anst.*, 1907, Heft 3.
2. — —, Untersuchungen über den Brand. *Mitteilg. d. Biol. Reichs-Anst.*, 4, 1907.
3. Appl, I.; Saatzeit und Steinbrandbefall des Weizens. *Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österr.*, 1915, S. 45.
4. Caspar, Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. *Kühnarchiv*, 12, Pflanzenbau, Berlin 1926, S. 205.
5. Eriksson, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse, 2. Aufl., S. 84 ff.
6. Gaßner, Neue Untersuchungen über Fröhrtreiben mittels Blausäure. *Zellstimulationsforschungen*, 2, Heft I, S. 1, 1926.
7. Gaines, E. F., Genetics of bunt resistance in wheat. *Journal of Agricultural Research* 1923, 23, S. 341.
8. Gieseke, Untersuchungen über das Verhalten von Winterweizen bei künstlicher Infektion mit Steinbrand. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtg.*, 1929, 14, Heft 3.
9. Hahne, Untersuchungen über die Keimungsbedingungen von *Tilletia*-Sporen. *Arb. a. d. landw. Instituten d. Univ. Halle*, 1925, 9, S. 157.
10. Hassebrauk, K., Über den Einfluß der Blausäure auf die Keimreife von Samen. *Angewandte Botanik*, 1928, 10, Heft 5.

11. Hayes, H. K. and Stakman, E. C., Wheat stem rust from the standpoint of plant breeding. Proc. Ann. Meeting West. Canad. Soc. Agron., 1921.
12. Hecke, L., Der Einfluß der Sorte und Temperatur auf den Steinbrandbefall. Zeitschr. f. landw. Versuchsw. in Österr., **12**, S. 49, 1909.
13. —, Beobachtungen der Überwinterungsart von Pflanzenparasiten. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft., 9. Jahrg., 1911, S. 44, 53.
14. Heuser, Versuche über den Einfluß äußerer Bedingungen auf die Stärke des Steinbrandbefalles. Fühlings landw. Zeitung, 1922, S. 81—99.
15. Hiltner, Bericht über einen Beizversuch mit brandigem und gleichzeitig von *Fusarium* befallenen Winterweizen. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 1912, S. 26—31.
16. —, Über die Ursachen vermehrten Auftretens des Steinbrandes des Weizens und die gegen ihn zu treffenden Maßnahmen. Landw. Jahrb. f. Bayern, 1920, Heft 10.
17. Kießling, L., Landw. Jahrbuch f. Bayern, **1**, 1911.
18. Kirchner, Über die Empfänglichkeit verschiedener Weizensorten f. d. Steinbrandkrankheit. Fühlings landw. Zeitg., **55**, 1906; **57**, 1908.
19. Knorr, Untersuchungen über das Verhalten von Sommerweizensorten und Bastardierungen bei künstlicher Infektion mit Steinbrand. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtg., 1929, **14**, Heft 3.
20. Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verbreitung, 2. Aufl., 1859.
21. Möller-Arnold und Feichtinger, Der Feldversuch in der Praxis. Wien 1929.
22. Müller und Molz, Über Brandbekämpfung und den Einfluß der Bestellzeit beim Sommerweizen auf dessen Ertrag und Gesundheit. Fühlings landw. Zeitg., 1914, Heft 6, S. 211 ff.
23. Rabien, Über Keimungs- und Infektionsbedingungen von *Tilletia tritici*. Arb. d. Biol. Reichs-Anst., **15**, Heft 3, S. 347 ff.
24. Riehm, Die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Berlin 1922, S. 59.
25. Römer, Der Feldversuch. Arbeiten der D. L. G., Heft 302. Berlin 1925.
26. Römer, Th., Gibt es biologische Typen vom Steinbrand (*Tilletia tritici*) des Weizens? Kühnarchiv, **19**, 1928, S. 1.
27. Sessous, D. L. P., **47**, 1920, 81, S. 556.
28. —, Züchterische Maßnahmen zur Stein- und Flugbrandbekämpfung des Weizens. Landw. Jahrb. f. Bayern, 1925, Heft 7/8.
29. —, Das Ausbleiben der geotropischen Krümmungen von Keimwurzeln mit Eosin behandelter Weizenkörner. Pflanzenbau, 1925/26, Nr. 24, S. 385.
30. Straib, Untersuchungen über die Ursache verschiedener Sortenanfälligkeit des Weizens gegen Steinbrand. Pflanzenbau, 4. Jahrg., 1927/28, Heft 9, S. 129.
31. Tamm und Husfeld, Die elektrische Heißwasserbeize, ein neuer Weg zur technischen Durchführung des Heißwasserbeizverfahrens. Pflanzenbau, 2. Jahrg., 1925/26, Heft 13.
32. v. Tubeuf, Studien über die Brandkrankheit des Getreides und ihre Bekämpfung. Mitt. d. Biol. Reichs-Anst., 1901, **2**, Heft 2.
33. —, Züchtung brandfester Weizen. Naturw. Wochenschr. f. Forst- und Landw., **18**, 1920, S. 290.

34. Volkart, Die Bekämpfung des Steinbrandes des Weizens und des Kornes. Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1906, S. 451ff.
35. Zade, Die Anfälligkeit unserer Weizensorten gegen *Tilletia tritici*. Mitt. der D. L. G., **38**, 1923, S. 666.
36. Hülsenberg, Beiträge zur Verrechnung und Technik von Getreidebeizversuchen im freien Felde. Bot. Archiv, **30**, 1930, S. 414.
37. Appel und Riehm, Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw., **8**, 1911, S. 313.

Untersuchungen über die Zellgröße von Knollen verschiedener Kartoffelsorten und ihre Beeinflussung durch Anbaubedingungen, sowie über die Beziehungen zwischen Zellgröße und Stärkekorngröße.

Von

Wilhelm Schulze.

(Aus dem Institut für angewandte Botanik, Universität Hamburg.
Direktor: Prof. Dr. G. Bredemann.)

(Mit 3 Abbildungen.)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	209
A. Besprechung bisher angewandter Methoden zur Bestimmung der Zellgrößen der Kartoffelknollen	210
B. Ausarbeitung einer neuen Methode zur Bestimmung der Zellgröße und der Zellgrößenzusammensetzung in den Kartoffelknollen	214
C. Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Zellgröße der Kartoffel und die Beziehungen zwischen Zellgröße und Stärkekorngröße	226
1. Erntezeitversuch	226
2. Sortenversuch	230
3. Herkunftsversuch	236
4. Anbauortversuch	240
5. Einfluß der N-Ernährung	244
6. Einfluß der K ₂ O-Ernährung	245
7. Nachwirkung alljährlich wiederholter N-Gaben	248
8. Nachwirkung alljährlich wiederholter P ₂ O ₅ -Gaben	251
D. Zusammenfassung	252

Einleitung.

Im Zusammenhang mit den in letzter Zeit im Institut für angewandte Botanik ausgeführten eingehenden Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Faktoren, wie Sorte, Knollengröße,

Reifezustand, Anbauort, Herkunft des Saatgutes und verschiedener Ernährung auf die Korngrößen der Kartoffelstärke¹⁾, sollte die Frage des Einflusses genannter Faktoren auf die Zellgröße der Kartoffelknollen untersucht und weiter erforscht werden, ob zwischen den Zellgrößen der Knolle und den Korngrößen der Stärke eine Beziehung besteht. Es standen für diese Untersuchungen die restlichen Proben der Kartoffelknollen zur Verfügung, die zu den Stärkekorngrößen-Analysen gedient hatten, so daß sich die Ergebnisse der Zellgrößen-Untersuchungen unmittelbar mit den früheren Ergebnissen der Stärkekorngrößen-Bestimmungen in Vergleich setzen lassen.

A. Besprechung der bisher angewandten Methoden zur Bestimmung der Zellgrößen der Kartoffelknollen.

Über die Frage der Zellgrößen der Kartoffel und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren, sowie über die Bedeutung der Zellgrößen für die Stärkeausbeute sind vor einiger Zeit von K. O. Müller u. R. Lehmann²⁾ und von R. Lehmann³⁾ interessante Untersuchungen veröffentlicht. Genannte Forscher stellten die Zellgröße, bzw. die Unterschiede in der Zellgröße in der Weise fest, daß sie ermittelten, wieviel Zellen pro Flächeneinheit eines Schnittes vorhanden waren. Je höher die Anzahl der Zellen, desto

¹⁾ G. Bredemann u. O. Nerling, Methode zur quantitativen Bestimmung der Zusammensetzung der Kartoffelstärke nach Korngrößen. Chem. Ztg. 1930, **54**, S. 87—88. — Dieselben, Quantitative Bestimmung der Zusammensetzung der Kartoffelstärke nach Korngrößen. Ztschr. f. Spiritusindustrie 1930, **53**, S. 42 bis 43. — O. Nerling, Über die quantitative Bestimmung der Korngrößen der Kartoffelstärke, nebst Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Stärkekorngröße der Kartoffel. Diss. Hamburg 1929. Wiss. Archiv f. Landwirtschaft., Abt. A. Pflanzenbau 1930, **3**, S. 268—320. — G. Bredemann u. O. Nerling, Über den Einfluß der Ernährung auf die Zusammensetzung der Stärke in der Kartoffel nach Korngrößen. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde, Teil A, 1930, **16**, S. 331—341. — Dieselben, Über den Einfluß verschiedener Kalisalze auf die Zusammensetzung der Stärke in der Kartoffel nach Korngrößen. Ernährung d. Pflanze, 1930, **26**, S. 375—376.

²⁾ K. O. Müller u. R. Lehmann, Über Stärkekorn und Zellengrößen bei der Kartoffelknolle, unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung dieser Eigenschaften für die Stärkefabrikation. Ang. Botanik 1926, **8**, 314—327 u. 329—350.

³⁾ R. Lehmann, Untersuchungen über die Anatomie der Kartoffelknolle unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums und der Zellgröße. Diss. Berlin 1926. Planta 1926, **2**, 87—131.

geringer mußte das Volumen derselben sein. Die Auszählung der Zellen in den mit Anilinblau angefärbten Handschnitten nahmen sie in der Weise vor, daß sie die Schnittbilder mit Hilfe eines Zeichenapparates auf Zeichenpapier übertrugen, auf welchem innerhalb des Gesichtsfeldes zuvor bei gleicher Vergrößerung von einem Objektmikrometer eine Strecke von $400\ \mu$ abgemessen und mit dieser als Radius ein Kreis aufgezeichnet worden war. Die innerhalb dieses Kreises („Gesichtsfeldes“) liegenden Zellen wurden dann ausgezählt, wobei Zellen, die durch die Peripherie dieses Kreises angeschnitten wurden, als ganze Zellen bewertet wurden, sobald die Hälfte ihrer Querschnittsfläche innerhalb der Kreisfläche lag. Müller und Lehmann geben die gefundenen Werte in „Anzahl der Zellen pro Gesichtsfeld“ an, während Lehmann außerdem meist noch die „Querschnittsfläche der Zellen“ aus dem bekannten Inhalt des Gesichtsfeldes und der Anzahl der in diesem ausgezählten Zellen ohne Berücksichtigung der Interzellularen errechnet. Verfasser weisen selbst darauf hin, daß man mit dieser Methode, die sich sonst als schnell und genügend sicher arbeitend erwies, keine absoluten Werte erhalten kann, da die Zellen der Schnitte meist immer an den Stellen des größten Durchmessers getroffen werden. In ähnlicher Weise hatte auch Berthault¹⁾ die „Zelldichte“ in Kartoffelknollen bestimmt. Er verfuhr in der Weise, daß er „von vergleichbaren Stellen“ aus der Mitte der Knollen Gewebeschnitte entnahm, und zwar ungefähr 1 cm unter dem Periderm für das Rindenparenchym und 4 cm unter dem Periderm für das Markparenchym. Die Handschnitte wurden ausgewaschen, die Zellen mit Bismarckbraun angefärbt und die Schnittbilder mittels Zeichenapparates auf eine Fläche projiziert, welche genau 1 qmm des mikroskopischen Objektes darstellte. Die Zellumrisse wurden schnell mit dem Bleistift nachgezeichnet und auf der 1 qmm-Fläche ausgezählt. Verf. ging dabei so vor, daß er die Zellen längs zweier Seiten des Quadrates zählte und danach die Anzahl der Zellen in der 1 qmm-Fläche berechnete. Die gefundene Zahl gibt er als „Zelldichte“ an. Sierp²⁾ führte die Messung der Zellgrößen für seine

¹⁾ P. Berthault, Recherches botaniques sur les variétés cultivées du *Solanum tuberosum* et les espèces sauvages de *Solanum tuberosum* voisins. (Thèse; Paris, Faculté des Sciences de l'Université, 1911, 209 S.).

²⁾ H. Sierp, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellgröße mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses. Jahrbuch f. wissenschaftl. Botanik 1914, 53, S. 55—124.

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellgröße nach der Methode Schwendener-Abromait aus. Er zeichnete mittels Zeichenapparates die zu messenden Zellen auf Karton und schnitt die unvollständigen Zellen am Rande heraus. Das Gewicht des Kartonblattes mit den heilen Zellen wurde bestimmt und die Zellenzahl festgestellt. Aus dem Verhältnis des Gewichtes des ganzen Kartonblattes zum Gewicht des ausgeschnittenen Zellkomplexes wurde unter Berücksichtigung der feststehenden Oberfläche des ganzen Kartons die Oberfläche der aufgezeichneten Zellen errechnet, welche durch die Zellenzahl dividiert als Mittel die Oberfläche einer Zelle angibt. Bei lückenlos aneinandergeschlossenen Zellen gibt diese Methode brauchbare Vergleichswerte.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit über die vergleichende Histologie verschieden reifender Kartoffelsorten beschreiben N. D. Danowitsch und F. Ch. Krinkin¹⁾ die von ihnen angewandte Methode zur Messung der Zellgrößen der Knollen nur kurz. Sie teilten die Knollen in vier Teile, indem sie sie der Länge und der Breite nach halbierten und führten die Schnitte vom Periderm bis zum Mark hin. Die Schnitte wurden entweder in Glyzerin oder in Glyzerin-Gelatine eingebettet und die Zellgröße durch Messung beider Durchmesser mittels Okularmikrometers bestimmt.

Die nach genanntem Verfahren ermittelten Zellgrößen können naturgemäß nur Mittelwerte vorstellen und geben nichts über die Größenzusammensetzung der Zellen an. Der mittlere Durchmesser in ausgewachsenen Kartoffelknollen schwankt zwischen etwa 90 und 290 μ . Sie zeigen also nicht, ob ein errechneter Mittelwert dadurch zustande kommt, daß das Gewebe der betreffenden Kartoffel sich vorwiegend aus mittelgroßen Zellen zusammensetzt oder aus z. B. vorwiegend kleinen mit einer entsprechenden Anzahl sehr großer usw. Daß in dieser Beziehung ziemliche Unterschiede bestehen können, mögen einige hier vorweg genommene Zahlen aus unseren später beschriebenen Messungen zeigen, z. B.:

¹⁾ N. D. Danowitsch u. F. Ch. Krinkin, Zur vergleichenden Histologie der vegetativen Organe einiger früher, mittlerer und später Kartoffelsorten. Ukrainisch in russ. u. dtsh. Zusammenfassung. Bull. of the White Russian Lenin's Institute of Scientific Research of Agriculture and Forestry at the Soviet of Peoples Commissaries of WRSR. Minsk 1929, 16, Nr. 1, S. 1—73.

		Mittlerer Zelldurchmesser					Mittel
		90—129 μ	130—169 μ	170—209 μ	210—249 μ	250—290 μ	
Anzahl Zellen in %	Ia	13,9	43,4	32,6	9,3	0,8	165,6
	Ib	21,4	39,8	26,4	10,6	2,8	165,9
	IIa	30,8	52,0	15,6	1,6	—	144,3
	IIb	38,8	41,1	15,9	3,8	0,4	143,8

Im Versuch Ia (Sorte: Johanssen, Anbauort: Weißenstephan) und Ib (Sorte: Wohltmann, Anbauort: Karlshuld) zeigen also beide Sorten gleichen mittleren Zelldurchmesser von 165,6 bzw. 165,9 μ , aber man sieht ohne weiteres, daß sie sich in der Größenzusammensetzung ihrer Zellen doch wesentlich unterscheiden: Ib hat einen viel größeren Anteil an kleinsten Zellen (90—129 μ), und das Mittel von 165,9 μ kommt nur dadurch zustande, daß ein geringerer Anteil an mittelgroßen (130—209 μ) und verhältnismäßig viele große Zellen (über 210 μ) vorhanden sind. Ganz ähnlich verhält es sich beim Versuch II (Sorte: Industrie, a) von Landsberg, b) von Karlshuld). Trotzdem die Industrie an beiden Anbauorten gleichen mittleren Zelldurchmesser hat, weisen beide Proben untereinander nicht unerhebliche Unterschiede in der Größenzusammensetzung ihrer Zellen auf, indem die in Karlshuld angebaute Industrie 8,0% kleinste Zellen (90—129 μ) mehr aufweist als die in Landsberg angebaute, dafür 10,9% weniger mittelkleine (130—169 μ) und 2,6% mehr große (über 210 μ).

Da also Mittelwerte der Zellgröße, ermittelt nach den bisherigen Verrechnungsmethoden, kein genügend klares Bild von den verschiedenen in der Knolle tatsächlich vorhandenen Zellgrößen ergeben können, wurde versucht, eine Methode auszuarbeiten, die eine Bestimmung der Zellgrößenzusammensetzung ermöglicht.

Auch hinsichtlich der Stärkekorngrößen der Kartoffel liegen die Verhältnisse ebenso. Bredemann und Nerling haben daher, weil die bisher zur Bestimmung der Stärkekorngrößen bekannten Methoden fast alle nur Mittelwerte für ein sehr weites und sehr verschiedenes und unregelmäßig zusammengesetztes Größenintervall von unter Umständen 3—100 μ mittleren Korndurchmessers liefern, ohne nähere Angaben über die Zusammensetzung selbst, ihre neue Methode zur quantitativen Bestimmung der Zusammensetzung der Kartoffelstärke nach Korngrößen ausgearbeitet.

B. Ausarbeitung einer neuen Methode zur Bestimmung der Zellgröße und der Zellgrößen-Zusammensetzung in den Kartoffelknollen.

Zuerst wurde versucht, die Messung der Zellgrößen an Schnitten vorzunehmen. Die mit der Hand gefertigten Schnitte wurden, mit Methylenblau leicht angefärbt, in Wasser untersucht, wobei der mittlere Durchmesser der Zelle in der Weise festgestellt wurde, daß von jeder in ein und derselben Ebene des Gesichtsfeldes liegenden Zelle ihr größter Längsdurchmesser und dann der größte hierzu senkrecht stehende Querdurchmesser gemessen wurde (nähere Angaben über die Methode s. u.). Die Summe beider Werte durch zwei dividiert ergibt dann den mittleren Durchmesser der Zelle. Das arithmetische Mittel sämtlicher Messungen gibt das Gesamtmittel der untersuchten Sorte bzw. Probe.

Es war natürlich zu entscheiden, aus welchem Teil der Knolle die Schnitte zu nehmen sind, um einwandfreie Werte zu erhalten. Berthault sowie Müller und Lehmann haben nachgewiesen, daß die Rinden- und Markzellen sich in der Größe unterscheiden, und zwar sind die Rindenzellen ausgewachsener Knollen nicht unerheblich kleiner als die Markzellen. Weitere Untersuchungen zeigten, daß auch die Zellgröße am Kronenende, in der Mitte und am Nabelende verschieden ist, und zwar fand Lehmann sie unmittelbar in der Nähe des Nabelendes als am größten, in der Mitte etwas kleiner und am Kronenende noch etwas kleiner, aber nicht wesentlich von der Mitte verschieden. Genannter Forscher benutzte daher nur Schnitte, die aus der mittleren Höhe der Knolle entnommen waren, er maß außerdem jedesmal die Zellen des Mark- und Rindenparenchyms getrennt und gab für beide die Werte an, was naturgemäß die Untersuchung und einen Vergleich erschwerte.

Bei eigenen an Schnitten ausgeführten Messungen fiel gleich bei Beginn der Untersuchungen die geringe Übereinstimmung der erhaltenen Zahlen auf. Die Ursachen dieser Unregelmäßigkeit wurden festgestellt durch eingehende Messungen aus verschiedensten Teilen des Gewebes der Knollen. Abb. 1 gibt ein Beispiel und zeigt, welche außerordentlich unterschiedliche Werte in den verschiedenen Teilen der Knolle gefunden werden können. Die Markzellen sind größer als die Rindenzellen, wie Müller und Lehmann das auch gefunden haben, aber sie sind nicht konstant in ihrer Größe im ganzen Markparenchym. Die stärker mit Gefäßbündeln durchsetzten Knollenteile sind gekennzeichnet durch kleinerzelliges Gewebe.

Ebenso wurden in den in angeschnittenen Knollen sichtbaren, vom Nabel zur Krone verlaufenden und verzweigten Partien, die dunkler und etwas wässriger aussehen, stets kleinere Zellen gefunden als im umgebenden Markparenchym. Nach Esmarch¹⁾ enthalten diese „Stränge“ bedeutend weniger Stärkekörner, da hier z. T. die Stärke in Kohlehydrate umgesetzt ist, um den Augen beim Austreiben sogleich genügend Kohlehydrate in geeigneter, rasch diosmierender Form zur Verfügung zu stellen.

Diese Untersuchungen zeigen also, daß die Zellen in dem Gewebe der Knolle recht verschieden groß sind, zunächst in der Rinde anders als im Mark, ferner am Kronen- und Nabelende anders als in der Mitte der Knolle und endlich auch innerhalb des Markparenchyms selbst an verschiedenen Stellen recht verschieden, je nachdem man bei der Entnahme von Schnitten reines Markparenchym trifft oder die kleinzelligen Zonen des dunkleren Markgewebes. Die Fehler, die dadurch bei Parallelmessungen entstehen, können unter Umständen recht erheblich sein.

Alle diese Fehlerquellen haben wir zu vermeiden versucht, indem nicht aus irgendeinem vereinbarten Teil der Knollen die zur Anfertigung der Schnitte erforderlichen kleinen Proben entnommen wurden, sondern indem wir aus einer Längsscheibe, die alle Gewebeteile möglichst gleichmäßig trifft — am besten in der größten Breite der Knolle vom Nabel zur Krone laufend, genau aus der Mitte der Knolle entnommen — ein homogenes Gemisch herstellten, ähnlich der zu den Stärkekorngrößen-Messungen benutzten Stärkemischung, die auch aus allen Gewebeteilen gewonnene Stärke enthielt. Zunächst wurde versucht, ein derartiges Zellgemisch durch mechanische Zerkleinerung zu gewinnen, indem die aus frischen Kartoffeln geschnittenen Scheiben mittels Reiben in allen möglichen Ausführungen zerkleinert wurden. Es gelang zwar so, eine Art Zellgemisch herzustellen, doch zeigten die mikroskopischen Messungen, daß nur eine geringe Zahl von Zellen un-

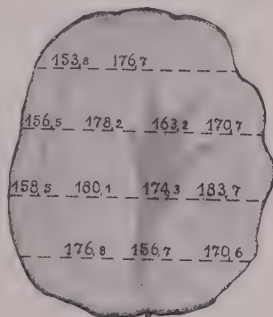


Abb. 1.

¹⁾ F. Esmarch, Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. Landw. Jahrbücher 1920, 54, S. 162—166.

verletzt geblieben war und zur Messung sich eignete. Der größte Teil der Zellen war zerrissen und somit für die Untersuchung untauglich. Auch der Versuch, mittels Walzen verschiedener Konstruktion die frischen Kartoffelscheiben zu einem Zellbrei zu zerquetschen, ergab ein ähnliches ungünstiges Bild. Es war viel Zeit nötig, um die zu jeder Messung erforderlichen heilen Zellen aus dem mikroskopischen Präparat herauszusuchen. Da außerdem die Gefahr vorlag, daß in erster Linie die größten Zellen zerrissen würden und sich der Messung entzogen, diese also kein wahres Bild von der Zusammensetzung der Zellgrößen ergeben würde, wurden diese Verfahren der mechanischen Zerkleinerung nicht weiter verfolgt.

Bessere Ergebnisse wurden durch Kochen erzielt: Die frischen Kartoffelscheiben wurden in kleine Würfel von ca. 5 mm Kantenlänge zerschnitten, in wenig Wasser gekocht und mit einem Glasstabe vorsichtig zerdrückt. Von dem so entstandenen flüssigen Brei wurde mittels Pinsels ein Tropfen auf den Objektträger gebracht und mit einer wässrigen Lösung von Methylenblau angefärbt. Im mikroskopischen Bild zeigten sich die Zellen fast sämtlich isoliert und waren somit auch sehr gut zu messen.

Nun wird es in der Praxis selten vorkommen, daß umfangreiche Zellmessungen, wie sie für derartige vergleichende Untersuchungen nötig sind, unmittelbar nach der Ernte vorgenommen werden können. Das zu untersuchende Material wird vielmehr meist eine Zeitlang aufbewahrt werden müssen. Wenn sich die Kartoffeln an sich auch gut ohne Konservierung aufbewahren lassen, ist dabei auch bei kürzerer Lagerung mit einer Schrumpfung und entsprechender Verkleinerung der Zellgröße zu rechnen (siehe Tab. 1, Nr. 5). Vorteilhafter erscheint die Konservierung in Alkohol oder Formalin. Unser Untersuchungsmaterial war in der Weise konserviert, daß aus den vorliegenden Proben bei der Verarbeitung für die Stärkekornmessung von etwa 10 Knollen mittlerer Größe der betreffenden Probe ca. 1—2 cm dicke Längsscheiben aus der Mitte in der größten Breite der Knollen entnommen und in 4%ige Formaldehydlösung eingelegt wurden, in der sie bis zur Untersuchung längere Zeit verblieben.

Bei den Versuchen aus solchem in Alkohol bzw. Formalin konservierten Material in gleicher Weise wie aus frischem Material durch Kochen in Wasser das Zellgemisch herzustellen, stößt man nun aber auf Schwierigkeiten. Das dem Alkohol entnommene

Material verliert beim Kochen in Wasser nur an Härte, zerfällt jedoch nicht und läßt sich so schwer zerdrücken, daß ein großer Teil der Zellen durch diese mechanische Bearbeitung zerquetscht wird. Auch nach Einlegen der Scheiben in mehrfach gestaffelter, fallender Alkoholkonzentration und daraufhin erfolgtem Kochen wird eine gute Auflösung des Zellverbandes nur möglich durch einen geringen Zusatz von verdünnter Säure. Diese Art der Bereitung eines Zellgemisches ist also ziemlich langwierig.

Auch das in Formaldehyd konservierte Material läßt sich durch einfaches Kochen mit Wasser nicht zum Zerfall bringen. Es wird dabei noch lederartiger, ohne im geringsten zu zerfallen. Leicht gelingt die Zellisolierung jedoch durch Erwärmen mit verdünntem Ammoniak. Als am günstigsten, auch hinsichtlich der Zellgrößenveränderung, erwies sich eine Konzentration von 3%. Die beim Kochen eintretende ziemlich starke Ausdehnung der Einzelzellen läßt sich durch Anwendung niedrigerer Wärmegrade verringern. Nach mehrfachen Versuchen mit verschiedenen Konzentrationen des Ammoniaks und verschiedenen Temperaturen wurde folgende Methode festgelegt.

Von den gegebenen etwa 15 mm dicken Längsscheiben aus Knollen mittlerer Knollengröße wurde eine vom Nabel zur Krone geschnittene dünne Scheibe von 1,5—2,0 mm Dicke entnommen, und zwar von je 8 Scheiben für jede Untersuchung¹⁾. Diese 8 dünnen Scheiben wurden zusammengelegt und in kleine Würfel zerschnitten. Diese wurden dann in kleinen Bechergläsern mit 30 ccm 3%iger Ammoniaklösung (durch entsprechendes Verdünnen von 35%igem Ammoniak mit Wasser hergestellt) langsam auf ca. 90° C erwärmt, also nicht aufgekocht und dann langsam abkühlen lassen. Die kleinen Stückchen lassen sich nun leicht zerdrücken und durch ein feinmaschiges Messingsieb reiben. In einem kleinen Standgefäß wurden die isolierten Zellen aufgefangen, während die zusammenhängenden Korkschichten der Schale und die Gefäßbündelstränge als Rückstand auf dem Sieb verblieben. Das gewonnene Zellgemisch wurde nach 14—16 Stunden verarbeitet.

Nun war zu untersuchen, wie sich die Zellgröße bei der verschiedenen Behandlungsweise verändert, und zwar einerseits durch

¹⁾ Es lagen aus jedem Versuch nur 10 Scheiben vor. Steht genügend Material zur Verfügung, wird man zweckmäßig eine möglichst große Mittelprobe wählen.

das Einlegen in Alkohol bzw. Formaldehyd und andererseits durch das Behandeln des konservierten Materials mit verdünnten Säuren oder Ammoniak.. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß aus vollreifen Knollen gleich nach der Ernte 1,5 cm dicke vom Nabel zur Krone geschnittene Scheiben entnommen und diese in der Mitte durchgeteilt wurden. Unmittelbar an der Schnittfläche beider Hälften wurden aus dem Markparenchym vor bzw. nach der Konservierungsbehandlung feine Handschnitte entnommen oder die benötigten kleinen Stücke für die Herstellung des Zellgemisches. Die Alkoholkonservierung begann mit 20% Alkohol, nach je 6 Tagen wurde die Alkoholkonzentration um 10% gesteigert bis zu 50%, darauf nach je 14 Tagen in gleicher Steigerung bis zum absoluten Alkohol. Aus 3 Knollenhälften mit je 3 Schnitten und je 300 gemessenen Zellen wurden im Mittel die gegebenen Werte gefunden. Tabelle 1 gibt die Veränderungen der Zellgrößen bei den verschiedenen Arten der Behandlung der Proben an. Die Zellen der in Wasser gekochten rohen Kartoffelstückchen (2) haben im Gegensatz zu dem unbehandelten Material (1. roh) eine allgemeine Vergrößerung erfahren, und zwar im Mittel der mittleren Durchmesser um 5,3%. Der Anteil der kleinsten und kleinen Zellen (90—170 μ) hat entsprechend abgenommen und der Anteil der größten und großen Zellen (171—290 μ) zugenommen. Durch Alkoholkonservierung (3) ist eine ziemlich starke Schrumpfung der Zellgrößen eingetreten, im Mittel um 13% gegenüber „roh“. Und beim Kochen des alkoholkonservierten Materials mit verdünnter Salzsäure (4) tritt wieder eine Vergrößerung der Zellen ein, und zwar eine recht erheblich stärkere, als wir das beim Kochen des rohen Materials mit Wasser gesehen haben, so daß die Zellen um 20,2% gegenüber „roh“ vergrößert sind.

Die Untersuchungen über die Einwirkung der Formalinkonservierung wurden in ähnlicher Weise durchgeführt, und zwar an Knollen von 6 Sorten, welche roh und nach 16 Monate langer Aufbewahrung in 4%igem Formalin in Schnitten und im Zellgemisch verarbeitet wurden. Von der Wiedergabe sämtlicher Zahlen möge abgesehen werden. Durch die Formalinkonservierung trat eine Schrumpfung der Zellen von im Mittel 2,2% ein. Durch die Ammoniakbehandlung vergrößerten sich die Zellen wieder um im Mittel 8,9% ($\pm 0,3$), so daß das mazerierte Zellgemisch eine Vergrößerung des mittleren Durchmessers um 6,7% aufwies im Vergleich zum frischen Material.

Tabelle 1. Sorte: Industrie.

6 Knollen (Größe im Mittel $5,9 \times 6,3$ cm; 62,2 g)

Art der Bearbeitung	Mittlerer Durchmesser der Zellen					
	90-130 μ %	131-170 μ %	171-210 μ %	211-250 μ %	251-290 μ %	Mittel "
1. Roh in Schnitten ge- messen	24,5 \pm 3,2	48,6 \pm 1,4	19,4 \pm 3,1	7,4 \pm 1,7	0,1	155,5 \pm 1,1
2. Frisch in H ₂ O ge- kocht (Zellgemisch)	19,2 \pm 2,6	42,9 \pm 1,6	27,4 \pm 0,8	9,3 \pm 1,2	1,2 \pm 0,1	163,8 \pm 1,1
3. Aus Alkohol in Schnitten gemessen	36,1 \pm 1,2	52,4 \pm 1,3	9,4 \pm 0,8	2,0 \pm 1,6	0,1	135,3 \pm 0,8
4. Aus Alkohol mit verd. HCl gekocht (Zellgemisch)	10,9 \pm 1,2	34,4 \pm 0,3	37,4 \pm 1,6	15,6 \pm 0,5	1,7 \pm 0,1	180,2 \pm 1,3
5. Nach Lagerung (Gewichtsverlust 30,3%), in H ₂ O ge- kocht	26,9 \pm 0,2	47,7 \pm 0,1	18,8 \pm 1,0	6,0 \pm 0,2	0,6 \pm 0,1	152,0 \pm 1,2

Prozentuale Veränderung der Größen bei verschiedener Bearbeitung
und nach Lagerung.

1. Roh / / 2. in H ₂ O ge- kocht	- 21,6	- 11,9	+ 41,2	+ 26,4	+ 1100	+ 5,3
1. Roh / / 3. aus Alkoh. in Schnitten	+ 47,4	+ 8,0	- 51,6	- 73,0	-	- 13,0
1. Roh / / 4. aus Alkoh. mit HCl gekocht	- 66,5	- 29,4	+ 113,5	+ 110,8	+ 1600	+ 15,9
3. Aus Alkoh. geschn. / 4. aus Alkoh. gek.	- 69,8	- 34,4	+ 300	+ 680	+ 1600	+ 33,2
2. Frisch / / 5. nach La- gerung (in H ₂ O gekocht)	+ 9,8	+ 1,9	- 3,1	- 19,0	- 600	- 2,3

Zur Bestimmung der Zellgröße durch Messung wurde das Zellgemisch mit Methylenblau leicht angefärbt im Wasserpräparat untersucht.

Die bei 300facher Vergrößerung hergestellte Photographie eines solchen Präparates (Abb. 2) zeigt die gut zu messenden, meist kreis- bzw. ellipsenförmigen Einzelzellen, in und zwischen denen die verquollene Stärke deutlich erkennbar ist.

Das Messen der Zellen erfolgte in ähnlicher Weise, wie Nerling es bei den Stärkekörnern ausführte. Und zwar wurde so gearbeitet, daß mittels Kreutztisches das Präparat horizontal und vertikal ver-

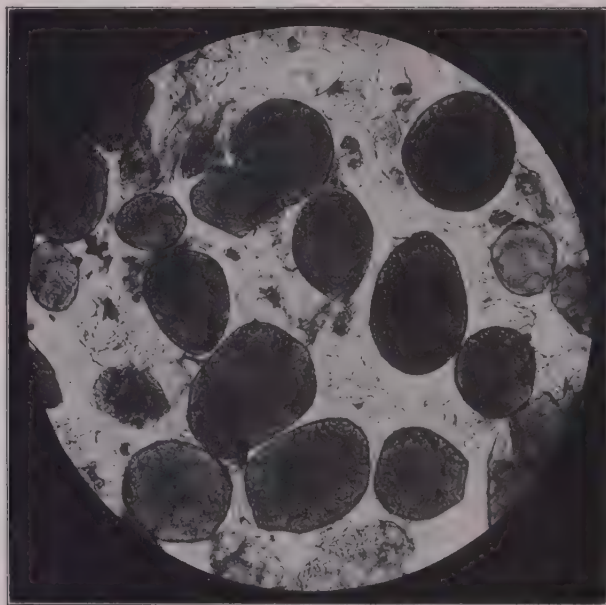


Abb. 2.

schohen wurde und dabei von sämtlichen durch das Gesichtsfeld gehenden unverletzten Zellen der größte Längsdurchmesser nebst dem größten senkrecht dazu stehenden Querdurchmesser gemessen wurde, und zwar mit Hilfe eines selbstgefertigten Maßstabes, der sich frei beweglich unter dem Spiegel des Abbéschen Zeichenapparates auf der Tischplatte befand. Die Form des aus Zeichenkarton geschnittenen Maßstabes ist aus Abb. 3 ohne weiteres ersichtlich. Bei einer 200fachen Vergrößerung des Mikroskopes entsprachen $10\ \mu$ des Objektes einem Teilstrich des Maßstabes, der jedoch so beziffert wurde, daß 2 Teilstriche $= 10\ \mu$ gesetzt

wurden, also die Einteilung $\mu/2$ entsprach. Infolge dieser Bezifferung brauchten nur die beiden abgelesenen Werte addiert zu werden, um das Mittel der beiden Einzeldurchmesser zu erhalten, die auf Abszisse und Ordinate abgelesen wurden.

Die gefundenen mittleren Zelldurchmesser wurden nun nicht einzeln festgelegt, sondern nach dem Vorbild von Nerling in Gruppen eingefügt, die einen Spielraum von $10\ \mu$ umfassen, so daß also z. B. Zellen mit dem mittleren Durchmesser von 93, 95 oder 98 in der Zellgruppe 91—100 μ eingetragen wurden. Nach Messung

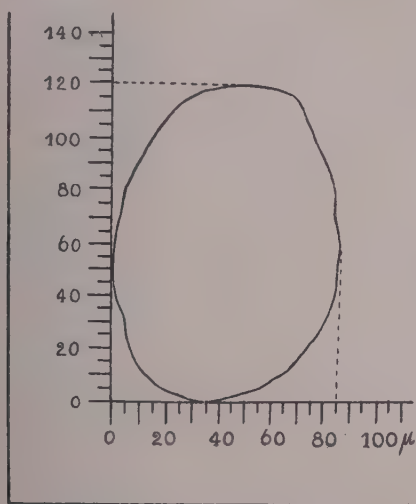


Abb. 3.

einer größeren Anzahl Präparate erwies sich eine Festlegung des mittleren Durchmessers in Gruppen zwischen 90 und 290 μ als ausreichend zur Erfassung sämtlicher Werte. Die Einteilung der Gruppen erfolgte dementsprechend folgendermaßen: 91—100, 101—110, 111—120 usw. Das arithmetische Mittel jeder Zahlengruppe ist das Gruppenmittel, also 95, 105, 115 usw.

Um nun das Gesamtmittel der Zellgröße des untersuchten Präparates zu erhalten, wurde das Gruppenmittel mit der jeweils gefundenen Anzahl Zellen multipliziert, die gefundenen Werte addiert und schließlich durch die Zahl der untersuchten Zellen dividiert. Oder auf eine Formel gebracht, ergab sich das Gesamtmittel (\bar{M}) aus:

$$M = \frac{\text{Summe der Produkte (Gruppenmittel} \times \text{Anzahl der für die betr. Gruppe gefundenen Zahl)}}{\text{Summe der insgesamt gemessenen Zellen}}$$

Folgendes Beispiel diene zur Erläuterung:

Gruppen- mittel	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	..
Anzahl d. gef. Zellen	12	32	36	46	50	53	61	32	27	15	15	10	8	3	—	..

400 Zellen

$$12 \cdot 95 + 32 \cdot 105 \dots \text{ usw.} = \frac{58 \ 160}{400} = 145,4 \text{ als mittl. Durchm.}$$

Von jeder Probe wurden in 6 Parallelpräparaten je 400 Zellen gemessen. Da die Anzahl der Zellen von Größengruppe zu Größengruppe sehr gleichmäßig anstieg und abfiel, war es möglich, noch eine weitere Zusammenfassung vorzunehmen, um eine bessere Übersicht über die Größenverteilung der mittleren Zelldurchmesser zu ermöglichen. Es wurden je 4 der Zehnergruppen zusammengefaßt und die für diese gefundene Zellenzahl prozentual auf die Gesamtzellenzahl berechnet. Es wurde damit in vielseitiger Weise ein Vergleich mehrerer Sorten miteinander erleichtert. Da bei einigen Proben fast der gleiche mittlere Durchmesser gefunden wurde, ermöglichen, wie bereits eingangs kurz erwähnt, die prozentischen Anteilwerte doch noch einen Vergleich in bezug auf die Verschiebung der Zellgrößen zueinander.

Der nach obiger Formel erhaltene Wert M gibt den mittleren Durchmesser an, nach dessen Größe also auch die Zellgröße, sofern dieselbe flächenmäßig berechnet würde, variiert. Zur Ergänzung dieses arithmetisch errechneten Wertes für den mittleren Durchmesser wurde außerdem noch versucht, auf eine andere Weise möglichst genaue Vergleichszahlen für die verschiedenen Untersuchungen zu erhalten.

Bei keimungsphysiologischen Versuchen ist man neuerdings dazu übergegangen, die durchschnittliche Keimdauer aus den mittleren Einzelwerten graphisch zu errechnen. Nach dem Vorschlag von A. Niethammer¹⁾ trägt man auf der x-Achse die Zeiteinheiten und auf der y-Achse die Summe der Keimungen auf. Die Fläche, die von der Keimkurve, der x-Achse und y-Achse und dem Lot

¹⁾ Anneliese Niethammer, Graphische Darstellung des Verlaufs der Samenkeimung unter besonderer Berücksichtigung der Stimulationswirkung des Rhodankaliums. Zellstimulationsforschungen 1927, 8, S. 87—96.

vom Höchstpunkt der Keimkurve auf die y-Achse eingeschlossen wird, wird mit Hilfe eines Planimeters berechnet. Die so ermittelte Fläche, dividiert durch die Endzahl der abgelesenen Keimungen als Höhe, ergibt die Grundlinie eines flächengleichen Rechteckes, die im Zeitmaß gemessen, die durchschnittliche Keimdauer ist. Diese graphische Berechnung hat den Vorteil, daß die erhaltenen Werte absolut genommen genauer sind. Analog können wir hier vorgehen und setzen:

Durchschnittliche Zellgröße

$$= \frac{\text{Summe der Produkte aus Zellgröße} \times \text{Zellenzahl}}{\text{Summe der Gesamtzellen.}}$$

Die auf diese Art gewonnenen Werte sind in den späteren Tabellen unter der Bezeichnung M^P gegeben. Es sei gleich an dieser Stelle bemerkt, daß die M^P -Werte meist um ca. 4—6 μ tiefer liegen als die M-Werte, jedoch grundsätzlich das gleiche Verhältnis zeigen. Da die Berechnung keine neuen Vergleichswerte ergibt und ziemlich umständlich ist, hat es kaum Zweck, sie zu den in Frage stehenden Versuchen anzuwenden.

Wie eingangs erwähnt, kam es nun weiter darauf an zu erforschen, ob zwischen den gefundenen Zellgrößen und den am gleichen Untersuchungsmaterial früher ermittelten Stärkekorngrößen Beziehungen bestehen. Nun geben Bredemann und Nerling die nach ihrer Methode bestimmten Stärkekorngrößen nicht als mittleren Korndurchmesser an, sondern als „charakteristischen“ Korndurchmesser. Dieser ist nicht in üblicher Weise auf Grund der Stückzahlanteile der einzelnen Korngrößen berechnet, sondern auf Grund der Gewichtsanteile derselben, soll somit annähernd die Korngröße angeben, die gewichtsmäßig in dem Stärkekorngemisch am stärksten vertreten ist. Nerling gibt in seiner Dissertation eine eingehende Begründung dieser Art der Berechnung. Er ging von der Überlegung aus, daß, wenn ein Gemisch sehr verschieden großer Elemente durch einen einzelnen Wert charakterisiert werden soll, dieser besagen muß, daß die Hauptmasse der Mischung sich aus Individuen von annähernd der gefundenen mittleren Größe zusammensetzt, und daß die Masse oder Menge (nicht Zahl!) der Einzelindividuen, die größer sind als der gefundene Mittelwert es angibt, gleich ist der Masse derjenigen, die kleiner sind.

Dieser Wert kann aber nicht durch die übliche Art der Berechnung des Mittelwertes des Durchmessers auf Grund der Stück-

zahlen der gemessenen Elemente gefunden werden, sondern nur durch Berücksichtigung der einzelnen gefundenen Größen gemäß ihrem Volumen- bzw. Gewichtsanteil an der gesamten Mischung. Dementsprechend wurde die Berechnung des charakteristischen Durchmessers der Stärkekörner auf die Weise vorgenommen, daß der mittlere Durchmesserwert jedes gemessenen Kornes mit seinem prozentischen Gewichtsanteil an der Gesamtmischung multipliziert, diese Produkte addiert und die gefundene Summe durch 100 dividiert wurde.

Es war nun zu überlegen, ob der auf Grund der Stückzahlanteile berechnete Zelldurchmesser unmittelbar mit dem auf Grund der Gewichtsanteile errechneten Korndurchmesser in Vergleich gesetzt werden konnte, oder ob auch für die Zellgröße ein „charakteristischer“ Durchmesser zu errechnen war, welche Errechnung dann natürlich nur auf Grund der Volumanteile hätte erfolgen können. Um nun die Frage zu prüfen, ob bei Berechnung des charakteristischen Zelldurchmessers grundsätzlich andere Zahlen erhalten würden als bei Berechnung des mittleren Zelldurchmessers, wurde für eine Versuchsreihe neben dem mittleren Zelldurchmesser auch der „charakteristische“ Zelldurchmesser errechnet und zwar auf folgende Weise: Um zunächst den Volumanteil der einzelnen Größengruppen an der Zellmischung zu ermitteln, wurde der Berechnung des Zellvolumens die Würfelform zugrunde gelegt, wobei der mittlere Zelldurchmesser als Würfelkante angenommen wurde. Aus dem gefundenen mittleren Volumen der einzelnen Größengruppen und der für dieselben gefundenen Stückzahl wurde dann der volumprozentische Anteil der Gruppen errechnet und dieser der weiteren Berechnung des mittleren Durchmessers (d. h. in diesem Falle des „charakteristischen Durchmessers“) zugrunde gelegt.

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, gibt der charakteristische Zelldurchmesser keine wesentlich anderen Werte als der mittlere Zelldurchmesser. Er ist zwar im ganzen größer, zeigt aber die gleichen gegenseitigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Proben wie auch der mittlere Durchmesser. Aus diesem Grunde ist es hier gleichgültig, welchen von den beiden Werten wir zur charakteristischen Stärkekorngröße in Beziehung setzen, weshalb wir von der weiteren recht umständlichen Berechnung des „charakteristischen Zelldurchmessers“ absehen konnten.

Die Ergebnisse der Messungen können naturgemäß sehr beeinträchtigt werden durch die Knollengrößen, wie schon von Müller und Lehmann festgestellt wurde. Auch unsere Untersuchungen,

deren Ergebnisse in Tabelle 2 zusammengestellt sind, zeigen das klar. Die Korrelation zwischen Organgröße und Zellgröße ist gesichert, d. h. je größer die Knolle, um so größer ist auch der mittlere Zelldurchmesser.

Tabelle 2. Größenversuch.

Sorte: Industrie.

Größe der Knollen mm	Gewicht der Knollen g	Anzahl d. untersuchten Knollen	Mittlerer Durchmesser der Zellen					
			90-129 μ	130-169 μ	170-209 μ	210-249 μ	250-290 μ	Mittel
			%	%	%	%	%	μ
86×66	198,6	6	7,9	51,8	34,0	6,3	—	167,1 \pm 1,6
59×57	100,8	6	16,6	63,5	19,1	0,8	—	153,1 \pm 2,8
52×47	61,6	6	21,1	63,9	15,0	—	—	147,5 \pm 1,1
34×32	22,3	6	33,8	58,1	8,1	—	—	138,1 \pm 2,1
Sorte: Preußen.								
79×68	162,2	4	3,4	34,3	50,0	12,3	—	179,3 \pm 3,2
62×60	97,0	5	6,3	43,7	43,7	6,3	—	170,4 \pm 1,0
37×34	23,4	5	25,3	62,0	12,4	0,3	—	144,7 \pm 1,7

Beim Vergleich der mittleren Zellgrößen verschiedener Sorten gingen Müller und Lehmann von Werten aus, die sie aus gleichschweren Knollen der jeweils gegenübergestellten Sorten gewonnen hatten. Mit dieser Methode scheint nun aber meist der Faktor „Sortentypische Knollengröße“ nicht berücksichtigt zu werden. Wenn z. B. zwei Sorten bearbeitet würden, die in bezug auf sortentypische Größe im Extrem stünden, wäre es möglich, von der typisch kleinen Sorte zu große Knollen und umgekehrt von der typisch großen Sorte zu kleine Knollen zur Untersuchung zu bringen, d. h. von vornherein sortentypisch zu große Zellen solchen zu kleinen gegenüberzustellen. Die ermittelten Werte für die Zellgrößen entsprächen dann nicht den der Sorte eigentümlichen Knollengrößen, zumal in extremen Fällen auch noch Reifeunterschiede mit als Ursachen für verschiedene Zellgrößen auftreten könnten. Es dürfte somit sicherer sein, aus einer größeren Reihe von Knollen, deren Zahl ja keineswegs beschränkt ist, und die dem Größentyp der Sorte entsprechen, ein Zellgemisch herzustellen und daraus den mittleren Durchmesser, die Zellgröße, zu ermitteln.

C. Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Zellgröße der Kartoffeln und die Beziehungen zwischen Zellgröße und Stärkekorngröße.

Zu diesen Untersuchungen wurden, wie eingangs erwähnt, Proben des gleichen Kartoffelmateri als benutzt, das den Untersuchungen über die Korngrößenzusammensetzung der Stärke zugrunde gelegen hatte. Die Ergebnisse beider Versuche lassen sich also unmittelbar miteinander in Vergleich setzen. Das Material war uns in entgegenkommender Weise von den Herren Prof. Dr. Densch und Prof. Dr. Schander in Landsberg a. W. sowie von der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weißenstephan und der Staatl. Bayerischen Moortwirtschaftsstelle Karlshuld aus den Versuchen 1927 überlassen.

1. Erntezeitversuch.

Alle Forscher, die sich mit der Abhängigkeit der Stärkekorngröße vom Reifezustand der Knollen befaßt haben, sind zu dem übereinstimmenden Ergebnis gekommen, daß die Stärkekorngröße mit zunehmender Reife zunimmt. Grundsätzlich analoge Ergebnisse zeigen die Untersuchungen über die Zellgröße (Tab. 3). Auch hier sehen wir, wie bei allen sechs Versuchsreihen, mit Ausnahme von Versuch IV, daß die mittlere Zellgröße bei den spät geernteten Knollen durchweg größer ist als bei den früh geernteten. Besonders deutlich geht die mit zunehmender Reife regelmäßig ansteigende mittlere Zellgröße aus den Versuchen V und VI hervor. Auch Lehmann fand schon, „daß bei älteren Knollen im Gegensatz zu den jüngeren auf jeden Fall die Zellvergrößerung vorherrscht“.

Auch die Zellgrößenzusammensetzung ändert sich mit zunehmender Reife grundsätzlich, ähnlich wie die Zusammensetzung der Stärkekorngrößen. Nerling hatte gefunden, daß die Zusammensetzung der Stärkekorngröße sich mit zunehmender Reife in der Weise ändert, daß, je später die Kartoffeln geerntet wurden, sie desto mehr größere und größte und desto weniger mittlere und kleine Körner enthalten. Ganz gleich liegen die Verhältnisse bei der Zellgrößenzusammensetzung, wie das aus der Tabelle 3 besonders schön wieder aus den Versuchen V und VI zu ersehen ist.

An sich war dieses Ergebnis betr. die Zellgrößenverhältnisse in den früh und spät geernteten Knollen zu erwarten, wenn man annimmt, daß die früh geernteten Knollen noch nicht ganz aus-

gewachsen („ausgereift“) waren. Denn wir hatten vorher (Tab. 2) gesehen, daß die kleinen, unausgewachsenen Knollen den geringsten mittleren Zelldurchmesser besitzen. Daß die Knollen in unserem Versuch in der Tat noch an Größe und Gewicht zugenommen haben, zeigen die Versuche V und VI in Tabelle 3 deutlich, bei denen die Erträge (Spalte XI.) von 240,4 auf 248,8 und 278,5 dz/ha bzw. von 343,7 auf 354,5 und 365,5 dz/ha zugenommen haben, denn eine Vermehrung der Knollenzahl in dieser kurzen Zeit kann nicht mehr stattgefunden haben. Für die Versuche I bis IV gibt Densch zwar an, daß die frühe und späte Ernte keine Ertragsunterschiede zeigten, es sind dies auch Versuche, die die geringste Zunahme der mittleren Zellgröße aufweisen. Auch die Messungen an den untersuchten Knollen ergeben ein ähnliches Bild. Die mittleren Längen und Breiten der vorliegenden untersuchten Längsscheiben der Knollen zeigen (Spalte I der Tab. 3), daß in den Versuchen V und VI die Knollengrößen mit zunehmender Reife ziemlich erheblich zugenommen haben, was also mit der Zunahme des Erntertrages und der Zellgröße übereinstimmt. Bei den Versuchen I bis IV, bei denen die frühe und späte Ernte keine Ertragsunterschiede zeigten, ergibt die Messung zwar nur im Versuch III für die spät geernteten Knollen größere Werte; es ist das auch der Versuch, in dem zwischen früh und spät geerntet die größten Unterschiede im mittleren Durchmesser der Zellen bestehen, während im Versuch IV die Ausmaße und auch der mittlere Durchmesser der Zellen bei den spät geernteten Knollen kleiner sind, als bei den früh geernteten und im Versuch I und II zwischen den Ausmaßen der Knollen ebenso wie zwischen dem mittleren Durchmesser der Zellen bei früh und spät geerntet nur geringe Unterschiede bestehen. Man muß allerdings bei den Ausmaßen der Knollen berücksichtigen, daß sie kein ganz klares Bild über das Volumen der Knollen gestatten, weil an dem vorhandenen Material (Längsscheiben durch die größte Breite) nur Länge und Breite, nicht aber Dicke der Knollen gemessen werden konnten.

Immerhin deuten die gefundenen Verhältnisse darauf hin, daß an der Größenzunahme der Knollen bis zur Ernte die Zellvergrößerung einen wesentlichen Anteil hat. Neben ihr kann natürlich auch Zellvermehrung eine Rolle spielen.

Wie die Spalte XII der Tabelle 3 zeigt, ist der Stärkegehalt in unseren Versuchen bei den spät geernteten Knollen stets geringer als bei den früh geernteten. Das läßt sich sehr gut mit unseren

Tabelle 3.

Versuch I—IV. Sorte: Deodara.

Spalte	I.	II.	III.	IV.	V.
Zeit der Ernte	Mittl. Breite u. Länge der untersuchten Knollen mm	Mittlerer Durchmesser			
		90-129 μ	130-169 μ	170-209 μ	210-249 μ
		%	%	%	%
Versuch I.					
Früh geerntet	51 \times 41	18,2 \pm 0,6	40,3 \pm 0,5	26,7 \pm 0,6	11,4 \pm 0,4
Spät „	47 \times 43	13,8 \pm 0,4	37,2 \pm 0,6	33,5 \pm 0,5	13,8 \pm 0,5
Versuch II.					
Früh geerntet	51 \times 40	16,3 \pm 0,4	39,9 \pm 0,2	31,3 \pm 0,5	9,8 \pm 0,4
Spät „	50 \times 42	16,5 \pm 0,4	39,2 \pm 0,6	31,0 \pm 0,9	10,7 \pm 0,2
Versuch III.					
Früh geerntet	45 \times 38	18,3 \pm 0,2	42,6 \pm 0,2	30,3 \pm 0,2	7,7 \pm 0,1
Spät „	46 \times 41	15,4 \pm 0,2	39,6 \pm 0,1	32,7 \pm 0,3	10,1 \pm 0,1
Versuch IV.					
Früh geerntet	43 \times 39	19,3 \pm 0,5	39,7 \pm 0,3	28,7 \pm 0,5	10,1 \pm 0,2
Spät „	42 \times 37	19,0 \pm 1,1	40,3 \pm 0,5	29,9 \pm 0,5	8,3 \pm 0,2
Versuch V.					
Bei Beginn d. Absterbens	35 \times 31	29,6 \pm 0,2	47,6 \pm 0,4	20,3 \pm 0,3	2,5 \pm 0,2
Bei halb abgest. Kraut	29 \times 30	24,0 \pm 0,5	46,8 \pm 0,8	23,7 \pm 0,4	5,5 \pm 0,2
Bei ganz abgest. Kraut	37 \times 32	19,3 \pm 0,8	43,3 \pm 0,1	28,0 \pm 0,5	8,8 \pm 0,3
Versuch VI.					
Bei Beginn d. Absterbens	38 \times 35	28,6 \pm 0,6	44,5 \pm 0,5	21,5 \pm 0,5	5,4 \pm 0,3
Bei halb abgest. Kraut	38 \times 35	21,3 \pm 0,4	49,6 \pm 0,4	25,0 \pm 0,4	4,1 \pm 0,2
Bei ganz abgest. Kraut	39 \times 38	16,8 \pm 0,2	42,3 \pm 0,6	29,6 \pm 0,1	9,6 \pm 0,6

Befunden in Einklang bringen: Wir haben gesehen, daß früh geerntete Knollen durchschnittlich kleine Zellen mit kleinen Stärkekörnern haben, und daß mit zunehmender Reife das Volumen (und Gewicht) der Knolle, die Zellgröße und auch die Stärkekorngröße zugenommen, dagegen der Stärkegehalt abgenommen hat. Es dürfte also die durch Zellvergrößerung (neben auch wohl Zellneubildung) bewirkte Volum- (Gewichts-) Vermehrung der Knolle schneller oder länger vor sich gegangen sein als die Zunahme der Stärkekorngröße und damit des Stärkegehaltes, der, ebenso wie der

Erntezeitversuch.

Versuch V und VI. Sorte: Industrie.

VI.	VII.	VIII. ¹⁾	IX.	X. ²⁾	XI.	XII.
der Zellen		Charakt. Durch- messer der Zelle	M ^P	Charakt. Durch- messer der Stärke	Knollen- ertrag	Stärke- gehalt
250-290 μ %	Mittel μ	μ		μ	dz/ha	%
3,4 \pm 0,2	166,5 \pm 0,3	190,8	159	38,8 \pm 0,2	—	16,8
1,7 \pm 0,2	171,5 \pm 0,3	193,5	165	40,0 \pm 0,3	—	16,2
2,7 \pm 0,2	166,4 \pm 0,2	191,3	162	38,2 \pm 0,5	—	16,8
2,6 \pm 0,2	167,3 \pm 0,4	190,4	161	40,7 \pm 0,2	—	16,5
1,1 \pm 0,1	160,2 \pm 0,3	183,3	157	36,6 \pm 0,6	—	17,7
2,2 \pm 0,1	167,5 \pm 0,3	190,1	163	39,4 \pm 0,2	—	16,5
2,2 \pm 0,1	164,8 \pm 0,6	187,7	161	36,5 \pm 0,4	—	17,7
2,5 \pm 0,2	164,1 \pm 0,2	188,2	160	37,0 \pm 0,4	—	16,8
—	148,3 \pm 0,3	164,8	143	37,7 \pm 0,4	240,4	17,6
—	154,3 \pm 0,3	173,8	150	36,8 \pm 0,4	248,8	17,2
0,6 \pm 0,2	160,7 \pm 0,9	179,9	156	38,5 \pm 0,3	278,5	17,0
—	150,6 \pm 0,4	171,7	147	35,8 \pm 0,6	343,7	17,6
—	154,9 \pm 0,5	173,1	151	36,3 \pm 0,3	354,5	17,6
1,7 \pm 0,1	164,4 \pm 0,6	184,2	161	37,6 \pm 0,2	365,5	17,1

Stärkeneubildung durch Aufhören der Assimilationstätigkeit des absterbenden Krautes ja auch bald ein Ende gesetzt wurde. Folge ist, daß die Gewebebildung mehr zunahm als die Stärkebildung, wodurch natürlich ein prozentual niedrigerer Stärkegehalt auf das Gesamtgewicht der Knollen resultiert, wie ihn die Stärkegehaltswerte der spät geernteten Kartoffeln tatsächlich zeigen.

¹⁾ Vgl. S. 224. — ²⁾ Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Nerling (a. a. O.), Tab. 10, S. 308.

2. Sortenversuch.

Die Frage, ob am gleichen Standort und unter gleichen Bedingungen angebaute verschiedene Kartoffelsorten Unterschiede in der Größenzusammensetzung ihrer Stärke besitzen, und ob solche Unterschiede konstante Sorteneigenschaften sind, die an den verschiedenen Anbauorten und unter den verschiedensten Bedingungen immer wieder im gleichen Sinne auftreten, ist von mehreren Forschern untersucht und stets bejaht worden. Nerling fand zwar bei Untersuchung einer größeren Reihe verschiedener Sorten von zwei verschiedenen Mineralböden und einem Moorboden, daß die Reihenfolge, in der die verschiedenen Sorten hinsichtlich ihrer Stärkekorngröße rangieren, auf den verschiedenen Böden nicht immer ganz die gleiche bleibt. Daß ist aber auch gar nicht anders zu erwarten, weil naturgemäß verschiedene Anbauverhältnisse nicht auf alle Sorten in genau gleichem Maße einwirken.

Die in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnisse unserer Versuche zeigen, daß die Verhältnisse bei den Zellgrößen grundsätzlich ähnlich liegen. Zunächst sehen wir, daß zwischen verschiedenen Sorten nicht unerhebliche Unterschiede vorhanden sein können, die die Unterschiede, wie wir sie in unseren bisherigen Versuchen über die Knollengröße und der Erntezeit als Variationsbreite innerhalb der gleichen Sorte fanden, durchaus übertreffen. So z. B. finden wir bei den Landsberger Herkünften bei Pepo einen um 29% größeren mittleren Zelldurchmesser als bei Industrie, bei den Weihenstephaner Herkünften bei Wohltmann einen um 12% größeren mittleren Zelldurchmesser als bei Preußen. Allerdings weisen auch manche Sorten fast oder sogar keine, oder keine sicher nachweisbaren Unterschiede im mittleren Zelldurchmesser auf. Zu genau gleichen Ergebnissen kamen Berthault und auch Lehmann. Letzterer fand z. B. für die drei Sorten Tannenberg, Kartz von Kameke und Pepo die Unterschiede innerhalb der Fehlergrenze liegend, während die Sorte Pirola sie in der Größe der Zellen sicher übertraf. Allerdings stammten Tannenberg und Kartz von Kameke von einer anderen Anbaustelle als die anderen beiden Sorten. Daß aber ein Vergleich von Sorten von verschiedenen Anbaustellen zu Trugschlüssen führen kann, zeigt unsere Tabelle 4 klar. Während z. B. die Landsberger Deodara (164,2) sich von der Landsberger Jubel (173,4) deutlich unterscheidet, besteht zwischen der Weihenstephaner Deodara (173,0) und der Landsberger Jubel (173,4) kein Unterschied.

Vergleichen wir nun die Zellgröße der verschiedenen Sorten von den drei verschiedenen Anbaustellen, so sehen wir, daß sie sich ebenso verhalten, wie wir das bei den Stärkekorngrößen kennengelernt haben, d. h. die Zellgrößenunterschiede haben sich fraglos als eine Sorteneigenschaft gezeigt, die sich zwar unter verschiedenen Anbaubedingungen ändert, aber durchweg jeweils im gleichen Sinne. Wie bei den Stärkekorngrößen sehen wir auch hier, daß die Reihenfolge der Sorten nach Zellgröße auf den verschiedenen Böden zwar eine nicht ganz gleiche bleibt, daß aber doch im großen und ganzen die Rangfolge gewahrt wird. Die vier auf allen drei Anbauorten gebauten Sorten Industrie, Preußen, Deodara und Parnassia rangieren stets in der genannten Reihenfolge, Industrie als kleinstzellige, Parnassia als größtzellige. Die Weihenstephaner Ernten sind durchweg größerzellig als die Landsberger (Ausnahme Pepo) und die Karlshulder (Ausnahme Kuckuck), während zwischen Karlshuld und Landsberg in den vier Sorten, die von beiden Anbaustellen stammen, nur geringe Unterschiede bemerkbar sind, zweimal nicht gesicherte (Industrie und Deodara); Preußen ist in Karlshuld größerzellig, Parnassia kleinerzellig als in Landsberg. Auch die Stärkekorngröße war bei der Weihenstephaner Herkunft stets größer als bei der Landsberger und Karlshulder, während die Karlshulder kleinerkörnig war als die Landsberger.

Was die Zusammensetzung der Zellgrößen anbelangt, so liegen die Verhältnisse ebenfalls ähnlich wie bei der Stärkekorngrößenzusammensetzung. Die verschiedenen Sorten zeigen ganz wesentliche Unterschiede, z. B. fällt Industrie durch ihren hohen Prozentanteil an kleinsten Zellen (90—129 μ) auf, und zwar auf allen drei Anbaustellen. Ähnlich verhält sich Preußen. Bei Parnassia ist der Prozentanteil dieser kleinsten Zellen auf allen drei Anbaustellen nur ungefähr halb so groß als bei Industrie, Deodara liegt in allen drei Versuchen zwischen Parnassia und Preußen. Daß sich Sorten mit ungefähr gleichem mittleren Zelldurchmesser bisweilen wesentlich durch die Zusammensetzung der Zellgrößengruppen unterscheiden, haben wir schon eingangs erwähnt; wir sehen das hier sehr gut bei z. B. Gisevius und Wohltmann aus Karlshuld, allerdings nicht in gleicher Weise bei denselben Sorten von Weihenstephan.

Vergleichen wir die von uns gefundenen Werte der mittleren Zelldurchmesser (Spalte VI der Tab. 4) mit dem von Nerling gefundenen charakteristischen Durchmesser der Stärke (Spalte VIII), so lassen sich bei einigen Sorten die gleichen Gesetzmäßigkeiten

Tabelle 4.

Spalte	I.	II.	III.	IV.	V.
Anbauort Sorte	Mittlerer Durchmesser der				
	90-129 μ %	130-169 μ %	170-209 μ %	210-249 μ %	250-290 μ %
Landsberg a. W.					
Industrie	30,7 \pm 1,2	52,1 \pm 1,0	15,6 \pm 0,5	1,6 \pm 0,3	—
Preußen	29,1 \pm 0,9	52,8 \pm 1,2	16,3 \pm 0,8	1,8 \pm 0,2	—
Johanssen	19,5 \pm 0,8	48,6 \pm 0,6	25,9 \pm 0,6	5,8 \pm 0,6	0,2 \pm 0,1
Deodara	19,7 \pm 0,6	38,6 \pm 0,9	29,5 \pm 1,2	10,7 \pm 0,6	1,5 \pm 0,3
Rotkaragis	15,6 \pm 0,5	43,2 \pm 0,8	29,5 \pm 1,0	9,2 \pm 0,2	2,5 \pm 0,3
Parnassia	16,3 \pm 0,5	38,2 \pm 0,8	28,1 \pm 0,6	13,5 \pm 0,9	3,9 \pm 0,3
Jubel	11,6 \pm 0,4	39,2 \pm 0,9	32,0 \pm 0,7	14,4 \pm 0,9	2,8 \pm 0,2
Pepo	6,0 \pm 0,7	33,0 \pm 1,0	35,2 \pm 0,4	19,0 \pm 0,3	6,8 \pm 0,2
Weihenstephan					
Industrie	27,4 \pm 0,3	45,8 \pm 0,4	19,3 \pm 0,2	6,6 \pm 0,4	0,9 \pm 0,5
Preußen	22,9 \pm 1,0	45,6 \pm 0,5	24,2 \pm 1,0	6,6 \pm 0,2	0,7 \pm 0,1
Kuckuck	21,9 \pm 0,5	47,4 \pm 0,4	24,8 \pm 0,5	5,2 \pm 0,4	0,7 \pm 0,2
Johanssen	13,9 \pm 0,3	43,4 \pm 0,4	32,6 \pm 0,3	9,3 \pm 0,1	0,8 \pm 0,2
Gisevius	14,8 \pm 0,5	35,9 \pm 0,6	32,3 \pm 1,1	12,5 \pm 0,8	4,5 \pm 0,1
Deodara	13,6 \pm 0,7	39,3 \pm 1,2	28,5 \pm 0,3	13,8 \pm 0,7	4,8 \pm 0,2
Parnassia	12,8 \pm 0,7	35,8 \pm 1,1	34,4 \pm 0,7	15,0 \pm 0,5	2,0 \pm 0,1
Pepo	13,5 \pm 0,6	38,6 \pm 0,8	29,5 \pm 1,1	13,6 \pm 0,8	4,8 \pm 0,3
Wohltmann	12,1 \pm 0,3	35,8 \pm 0,3	33,2 \pm 0,3	14,6 \pm 0,4	4,3 \pm 0,1
Karlshuld (Moor)					
Industrie	38,9 \pm 0,6	41,0 \pm 0,4	15,9 \pm 0,6	3,8 \pm 0,3	0,4 \pm 0,1
Preußen	25,5 \pm 0,6	43,5 \pm 0,6	23,5 \pm 0,4	6,6 \pm 0,2	0,9 \pm 0,1
Kuckuck	14,8 \pm 1,4	48,2 \pm 0,4	31,4 \pm 0,5	5,3 \pm 0,7	0,3 \pm 0,1
Deodara	17,1 \pm 0,2	45,2 \pm 0,4	29,4 \pm 0,5	6,9 \pm 0,2	1,4 \pm 0,1
Gisevius	14,0 \pm 0,4	43,7 \pm 0,2	31,3 \pm 0,4	10,5 \pm 0,6	0,5 \pm 0,2
Wohltmann	21,2 \pm 0,3	39,3 \pm 1,0	26,2 \pm 0,5	10,5 \pm 0,6	2,8 \pm 0,2
Parnassia	15,8 \pm 0,5	42,5 \pm 0,4	30,2 \pm 0,7	8,6 \pm 0,5	2,9 \pm 0,3

1) Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Nerling (a. a. O.)

Sortenversuch.

VI.	VII.	VIII. ¹⁾	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
Zellen	M ^P	Charakt. Durch- messer d. Stärke	Stärke- gehalt	Sorten- typische Knollen- größe	Mittlere Länge u. Breite der Knollen	Knollen- ertrag	Reifezeit
Mittel μ		μ	%	g	mm	dz/ha	
144,3 ± 0,7	138	40,4 ± 0,43	17,0	61,5—60,0	47 × 32	183	mittelspät
146,3 ± 0,4	142	37,2 ± 0,58	16,5	57,0—56,4	46 × 35	228	"
157,2 ± 1,0	153	42,4 ± 0,48	14,9	—	54 × 37	360	mittelfrüh
164,2 ± 0,7	161	39,6 ± 0,29	18,1	65,5—64,8	59 × 36	163	mittelspät
166,3 ± 0,4	160	37,6 ± 0,35	18,8	—	52 × 39	391	"
169,7 ± 0,8	163	43,4 ± 0,48	19,5	74,0—70,8	61 × 38	235	"
173,4 ± 0,7	165	40,9 ± 0,51	17,1	86,8—78,0	79 × 35	185	"
185,7 ± 0,9	182	40,0 ± 0,70	15,6	81,0—75,6	88 × 38	157	"
152,9 ± 0,4	145	40,8 ± 0,59	13,1	61,5—60,0	50 × 40	452	mittelspät
156,3 ± 0,5	149	39,3 ± 0,23	11,8	57,0—56,4	49 × 37	487	"
156,9 ± 0,6	149	39,9 ± 0,36	—	52,0—51,6	53 × 34	—	früh
165,6 ± 0,2	161	42,7 ± 0,11	—	—	57 × 40	—	mittelfrüh
173,0 ± 0,5	165	45,7 ± 0,35	15,4	—	53 × 40	526	mittelspät
173,0 ± 0,5	167	40,7 ± 0,32	13,8	65,5—64,8	58 × 39	537	"
173,4 ± 0,5	167	46,1 ± 0,45	16,9	74,0—70,8	58 × 41	447	"
173,5 ± 0,7	168	42,0 ± 0,43	—	81,0—75,6	74 × 42	—	"
174,6 ± 0,5	170	46,1 ± 0,54	17,6	66,0	64 × 41	367	spät
143,8 ± 0,7	139	37,4 ± 0,32	14,1	61,5—60,0	49 × 37	304	mittelspät
154,7 ± 0,3	148	34,8 ± 0,40	15,7	57,0—56,4	54 × 35	391	"
160,8 ± 1,1	153	39,5 ± 0,35	—	52,0—51,6	62 × 34	—	früh
162,7 ± 0,3	157	38,7 ± 0,36	15,6	65,5—64,8	58 × 40	371	mittelspät
165,6 ± 0,3	159	41,2 ± 0,21	15,1	—	71 × 38	397	"
165,9 ± 0,9	158	42,2 ± 0,45	15,0	66,0	57 × 38	272	spät
166,5 ± 0,8	162	38,8 ± 0,30	16,4	74,0—70,8	67 × 36	324	mittelspät

Tab. 13, S. 313.

finden, wie sie uns beim Erntezeitversuch entgegengetreten waren, bei diesen allerdings wohl durch andere physiologische Ursachen bedingt. So hat z. B. auch die großzellige Wohltmann besonders große Stärkekörner, auch bei Parnassia und Gisevius finden wir diese Relation, umgekehrt zeichnet sich die relativ kleinzellige Preußen durch besonders feinkörnige Stärke aus. Aber eine durchgehende Gesetzmäßigkeit liegt nicht vor, z. B. rangieren die in allen drei Versuchen gebauten vier Sorten hinsichtlich ihres mittleren Zelldurchmessers in der Reihenfolge Industrie, Preußen, Deodara, Parnassia, während sie hinsichtlich ihres charakteristischen Stärkekorndurchmessers sich in der Reihenfolge: Preußen, Deodara, Industrie, Parnassia ändern. Ein Vergleich der Spalten VIII und VI der Tabelle 4 zeigt auch, daß die Reihenfolge der Sorten nach ihrem charakteristischen Stärkekorndurchmesser häufig eine andere ist, als die nach ihrem mittleren Zelldurchmesser.

Zwischen Zellgröße und Stärkegehalt lassen sich keinerlei Beziehungen herausfinden, oder nur in einigen Fällen; z. B. zeichnet sich die ziemlich großzellige und grobkörnige Parnassia durch hohen Stärkegehalt aus, aber ein Vergleich der Spalten IX und VI der Tabelle 4 läßt Gesetzmäßigkeiten bei den verschiedenen Sorten nicht erkennen.

Dagegen scheinen zwischen Zellgröße und Knollengröße Beziehungen vorhanden zu sein. In Spalte X ist die sortentypische Knollengröße nach Klapp¹⁾ eingetragen und in Spalte XI die mittleren Längen und Breiten der vorliegenden Längsscheiben der untersuchten Knollen. Man erkennt ohne weiteres, daß die kleinerknolligen Sorten kleine, die größerknolligen größere Zellen haben. Etwas aus der Reihe fallen Industrie und Wohltmann, sonst sind Ausnahmen kaum vorhanden, wenngleich die Rangordnungen nicht immer parallel laufen, wobei man aber berücksichtigen muß, daß die Größenangaben für die sortentypische Knollengröße sowohl als auch für die mittlere Länge und Breite der untersuchten Knollen nur ein annäherndes Bild über die wirkliche Knollengröße darstellen. Diese Verhältnisse zwischen Zellgröße und Knollengröße sind also wieder die gleichen, wie sie Nerling auch für Stärkekorngröße und Knollengröße erkannt hatte; Sorten mit durchschnittlich großen Knollen führen auch vorwiegend größere Stärke als Sorten mit typisch kleinen Knollen.

¹⁾ E. Klapp. Sortentypische Knollengrößen und Möglichkeiten ihrer Berücksichtigung im Kartoffelsortenversuch. Mitt. d. D. L. G., 1929, **44**, S. 16—20.

Zwischen Zellgröße und Knollengröße einerseits und Knollen-ertrag andererseits sind keine Beziehungen zu erkennen, letzterer dürfte aber auch mehr von der Knollenzahl als von der Knollen-größe abhängig sein.

Berthault weist darauf hin, daß die Zellgröße in gewisser Beziehung zum Gebrauchswert einer Sorte steht und stellt drei Gruppen auf:

1. Gute Speisekartoffel, mittlerer Ertrag, feiner Geschmack, platzen wenig beim Kochen.

90—140 Zellen auf 1 qmm.

2. Großer Ertrag, sehr stärkereich, schlechter Geschmack, fast nur für Vieh und Industrie.

40—70 Zellen auf 1 qmm.

3. Zwischenstufe, 70—90 Zellen auf 1 qmm, mittlere Qualitäten für menschliche Ernährung, zu Futterzwecken und industrieller Verarbeitung.

Übergänge und auch einige Ausnahmen kommen jedoch vor.

Berthault glaubt, daß diese Zellgrößenunterschiede als Selektionsmerkmale für die Zucht gewünschter Rassen dienen können.

In ganz ähnlicher Weise wollen Danowitsch und Krinkin gefunden haben, daß die Größe der Kartoffelknollenzellen ein Gruppenmerkmal für die Reifezeit der Kartoffelsorte ist. Sie fanden die Zellgröße am kleinsten bei den Knollen der frühreifen Sorten und ganz regelmäßig größer werdend, je spätreifer eine Sorte ist. Und zwar ordneten sich die von ihnen untersuchten Sorten nach Zellgröße ihrer Knollen von der kleinsten zu der größten in folgender Reihenfolge: 1. Königliche Frühe, 2. Frühe Rosa, 3. Kaiserliche, 4. Imperator, 5. Maercker, 6. Krüger, 7. Snitsch, 8. Wohltmann. Sie weisen darauf hin, daß die Vergrößerung der Zellen von den frühreifen zu den spätreifen Sorten für die Xeromorphie der ersten sprächen, in analoger Weise, wie nach Kolkunoff¹⁾ die kleinerzellige Rasse einer Pflanze die mehr xerophile ist. Und da nach Kolkunoff die Zellgröße vererbbar ist, könne sie, wie auch Berthault das will, als Selektionsmerkmal für die Zucht angewandt werden.

Bei unseren Versuchen ist eine derartige Beziehung zwischen Reifezeit der betreffenden Sorte und ihrer Zellgröße nun nicht zu erkennen. Zwar könnte es, wenn wir in Tabelle 4 aus der Ver-

¹⁾ Vgl. W. Kolkunoff, Einige Ergebnisse der Nachforschung über die Zellgröße bei der Zuckerrübe. Ztschr. f. Züchtung A, 1930, 15, S. 87—99.

suchsreihe Weihenstephan die beiden erstaufgeführten Sorten weglassen, so erscheinen, als ob genannte Beziehungen in der Tat bestehen, denn wir hätten dann die Reihenfolge:

	Mittlerer Durchmesser der Zellen
früh: Sorte Kuckuck	156,9 μ
mittelfrüh: Sorte Johanssen	165,6 μ
mittelspät: Sorte Gisevius, Deodara, Parnassia, Pepo	173,0—173,5 μ
spät: Sorte Wohltmann	174,6 μ

Aber die beiden mittelspäten Sorten in dieser Versuchsreihe Industrie (152,9 μ) und Preußen (156,3 μ) fallen durchaus aus der Reihenfolge. Und in den beiden weiteren Versuchsreihen der Tabelle 4, Landsberg und Karlshuld, besonders in letzterer, sehen wir ebenfalls deutlich, daß Zellgröße und Reifezeit der Sorte keinesfalls immer in dem von Danowitsch und Krinkin genannten Sinne korrespondieren. Da sich die Ergebnisse unseres Sortenversuches auf rund 60000 Einzelmessungen gründen — im ganzen wurden zu vorliegender Arbeit etwa 300000 Einzelmessungen ausgeführt, Danowitsch und Krinkin erwähnen 16600 — dürfte ihnen wohl ausreichende Beweiskraft zukommen. Die Ergebnisse zeigen aber deutlich, daß es nötig ist, derartigen Versuchen ein sehr großes und verschiedenartiges, genau bekanntes Untersuchungsmaterial zugrunde zu legen; z. B. könnte — ohne das auf die Ergebnisse genannter Forscher beziehen zu wollen — die Untersuchung frühreifer Sorten, die bekanntlich oft vor der völligen Reife geerntet werden, leicht zu Trugschlüssen führen, wenn man diese, an nicht ganz ausgereiftem Material vornehmen würde.

3. Herkunftsversuch.

Ein kleiner Vorversuch, ausgeführt mit Industrie, Original und I. Absaat, beide in Ebstorf nachgebaut, ergab nach der „Schnittmethode“ folgende Werte:

Industrie, Original, I. Absaat,

Anbaustufe	91—130 %	131—170 %	171—210 %	211—250 %	251—290 %	Mittel
Original i. M. f 114,3 g	14,7	48,7	31,8	4,9	0,2	160,8 + 3,8
I. Absaat i. M. f 116,0 g	18,7	49,9	26,8	4,5	0,1	156,6 + 5,2

Eine zweite große Versuchsreihe zur Untersuchung der Veränderlichkeit der Zellgröße einer Sorte beim Nachbau aus verschiedenen Herkünften wurde mit der Sorte Gisevius ausgeführt. Die Herkünfte stammten von:

1. Arnsfelde, Kreis Deutsch-Krone, Grenzmark; mittelschwerer Boden, aber gut drainiert, Trockengebiet.

2. Schwarzin, Kreis Schlawe, Hinterpommern; mittelkräftiger Boden, rauhe Lage auf dem baltischen Höhenrücken, reichliche Niederschläge.

3. Mellentin, Kreis Deutsch-Krone, Grenzmark; sehr leichter Boden, Trockengebiet.

4. Rörchen, Kreis Greifenhagen, Pommern; mittlerer Tonboden, Trockengebiet.

Das Saatgut von diesen vier Herkünften wurde an folgenden, in Tabelle 5 genannten sechs verschiedenen Nachbauorten angebaut:

1. Wünschelberg (Schlesien), leichter Sandstein, Verwitterungsboden; 415 m ü. M.

2. Hohenheim (Württemberg), schwererer Lehm Boden; 402 m ü. M.

3. Landsberg a. W., sandiger Lehm bis lehmiger Sand; 76 m ü. M.

4. Guhre (Schlesien), leichter Sandboden; 150 m. ü. M.

5. Sägewitz (Schlesien), tiefgründiger, schwerer Lehm; 150 m ü. M.

6. Cladow bei Landsberg a. W., sandiger Lehm; 76 m ü. M.

Während die Stärkekorngößenuntersuchungen an diesen Proben nur sehr geringe Unterschiede für die verschiedenen Herkünfte des gleichen Anbauortes ergeben hatten, die eigentlich alle innerhalb der Fehlergrenze lagen, sehen wir (Tab. 5) hinsichtlich der Zellgrößen doch größere Differenzen auftreten, nicht nur hinsichtlich des mittleren Zelldurchmessers, sondern fast noch mehr hinsichtlich der Zellgrößenzusammensetzung, die beide innerhalb eines Nachbauortes bei den vier verschiedenen Herkünften häufig größer sind, als wir sie eben bei den verschiedenen Sorten kennengelernt hatten. Die Ergebnisse stehen also nicht ganz im Einklang mit dem Befunde von Müller und Lehmann bei Untersuchung der Ernte von fünf verschiedenen Herkünften der Sorte Kartz v. Kameke, die, am gleichen Standort angebaut, keine gesicherten Unterschiede in der Größe der Markzellen gaben; nur in zwei Fällen waren gesicherte Differenzen in der Größe der Rindenparenchymzellen vorhanden. Verfasser schließen daraus, daß äußere Bedingungen in der inneren Konstitution der Kartoffelpflanzen Änderungen hervorzurufen vermögen, die auch noch bei den vegetativen Nachkommen nachklingen können. Das kann sehr wohl richtig sein, denn wir werden später noch sehen (Versuch 7, Nachwirkung alljährlich wiederholter N-Gaben), daß in der Tat eine Nachwirkung verschiedenartig ernährten Saatgutes auf die vegetativen Nachkommen stattfand. Allerdings kann ein verschiedenes Verhalten der Herkünfte auch durch rein

Guhre (Schles.)											
Arnsfelde.	15,7 \pm 0,3	35,0 \pm 0,9	30,4 \pm 0,6	13,5 \pm 0,6	5,4 \pm 0,2	173,4 \pm 0,9	169	46,4 \pm 0,54	16,5	379	58 \times 43
Schwarzin	17,5 \pm 0,2	38,1 \pm 0,6	28,7 \pm 0,7	12,0 \pm 0,7	3,7 \pm 0,2	168,5 \pm 0,7	165	45,9 \pm 0,24	16,8	386	46 \times 39
Mellentin.	14,5 \pm 0,3	39,9 \pm 0,6	30,9 \pm 0,9	11,6 \pm 0,3	3,1 \pm 0,1	169,0 \pm 0,4	167	46,3 \pm 0,56	16,3	403	54 \times 42
Röchen	12,8 \pm 0,7	34,1 \pm 0,2	32,1 \pm 0,3	14,9 \pm 0,3	6,1 \pm 0,2	177,1 \pm 0,8	173	47,2 \pm 0,50	16,8	373	58 \times 42
Sügewitz (Schles.)											
Arnsfelde.	11,8 \pm 0,5	37,0 \pm 0,6	34,9 \pm 0,4	12,6 \pm 0,6	3,7 \pm 0,3	173,9 \pm 0,6	171	44,5 \pm 0,63	16,3	273	52 \times 40
Schwarzin	15,4 \pm 0,4	40,3 \pm 0,3	31,8 \pm 0,4	10,3 \pm 0,4	2,2 \pm 0,2	167,9 \pm 0,5	165	46,0 \pm 0,30	15,2	271	48 \times 39
Mellentin.	14,5 \pm 0,5	36,5 \pm 0,9	33,3 \pm 0,3	12,3 \pm 0,7	3,4 \pm 0,3	171,8 \pm 0,7	169	42,8 \pm 0,35	15,0	242	56 \times 42
Röchen	13,7 \pm 0,6	39,5 \pm 0,7	29,2 \pm 1,3	13,0 \pm 0,5	4,6 \pm 0,3	172,5 \pm 0,7	169	44,9 \pm 0,53	14,9	293	54 \times 43
Cladow bei Landsberg a. W.											
Arnsfelde.	17,2 \pm 0,3	42,6 \pm 0,9	28,7 \pm 1,4	9,3 \pm 0,7	2,2 \pm 0,2	164,6 \pm 0,2	161	—	—	—	51 \times 40
Schwarzin	20,4 \pm 0,6	41,9 \pm 0,3	25,4 \pm 0,5	9,8 \pm 0,2	2,5 \pm 0,3	162,0 \pm 0,2	159	—	—	—	57 \times 41
Mellentin.	16,8 \pm 0,4	46,1 \pm 0,2	26,1 \pm 0,2	9,0 \pm 0,3	2,0 \pm 0,1	163,3 \pm 0,3	161	45,2 \pm 0,49	16,9	386	55 \times 35
Röchen	13,8 \pm 0,5	42,6 \pm 0,4	31,8 \pm 0,2	8,7 \pm 0,5	3,1 \pm 0,1	168,7 \pm 0,2	165	43,5 \pm 0,57	15,9	344	49 \times 38
Im Mittel											
Arnsfelde.	20,3	40,3	27,6	9,2	2,6	163,2	158	¹⁾ Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Nerling (a. a. O.), Tab. 14, S. 316.			
Schwarzin	17,2	40,3	29,3	10,6	2,6	166,3	162				
Mellentin.	16,5	40,8	29,5	10,6	2,6	167,1	164				
Röchen	15,5	40,5	29,4	10,7	3,9	168,8	165				
Sortenmittel							166,2 \pm 2,2	162,2			

äußere Ursachen bedingt sein, z. B. durch verschiedene Reife oder Größe des Saatgutes oder noch mehr durch verschiedene Aufbewahrung nach der Ernte bis zur Aussaat. Wir sehen übrigens, daß in unseren Versuchen die verschiedenen Herkünfte innerhalb desselben Nachbauortes nicht nur hinsichtlich der Zellgröße, sondern auch hinsichtlich Knollenertrag, Stärkegehalt und Knollengröße wesentliche Abweichungen zeigen, wie es ja überhaupt bekannt ist, daß der Einfluß der vorjährigen Standortverhältnisse eine außerordentlich starke Nachwirkung ausüben kann¹⁾. Zwischen den Knollengrößen (Spalte XI) der untersuchten Knollen und der Zellgröße sind keine Beziehungen herauszulesen, nur in drei Fällen von sechs Versuchen hatten die kleinsten Knollen auch die geringste Zellgröße und einmal die größten Knollen die größten Zellen; es kamen also auch zweimal gerade umgekehrte Fälle vor.

4. Anbauortversuch.

Schon beim Sortenversuch (Tab. 4) hatten wir den die Zellgröße verändernden Einfluß der verschiedenen Anbauorte kennengelernt und gesehen, daß im allgemeinen der Einfluß des Anbauortes auf die Zellgröße sich gleichsinnig äußert, indem die Ernten an einem Anbauort durchweg alle größerzellig, am anderen alle durchweg kleinerzellig sind, und daß auch die Rangfolge der Sorten ziemlich unverändert bleibt, indem die kleinzelligen Sorten an allen drei Anbauorten die kleinstzelligen waren und umgekehrt. Weiter hatten wir gesehen, daß die Veränderung der Stärkekorngröße durch den Einfluß des Anbauortes durchweg der Veränderung der Zellgröße analog läuft. Ein ähnliches Bild ergibt sich aus Tabelle 5, in der die Ergebnisse der Versuche mit den verschiedenen Herkünften Gisevius, an sechs Anbaustellen nachgebaut, zusammengestellt sind. Wir sehen deutlich, daß in Guhre und in Sägewitz die Knollen aller vier Herkünfte sich durch bedeutend höhere Zellengröße vor den anderen vier Nachbaustellen abheben. Bei den Stärkekorngrößenuntersuchungen hatte Guhre ebenfalls die größtkörnige Stärke gebildet, Sägewitz zwar nicht größtkörnige, aber doch größerkörnige als Wünschelberg und Hohenheim. Berechnen wir die Mittel der Zellgröße aller vier an den sechs Anbaustellen noch angebauten Herkünfte, so erhalten wir folgende Werte:

¹⁾ Vgl. R. Schander, A. Mestel und J. Mallach, Untersuchungen zur Feststellung des Pflanzgutwertes und der Abbauneigung bei Kartoffeln. Pflanzenbau 1930, 6, S. 285—303.

	Im Mittel	Größe mm	Ertrag dz/ha
Wünschelberg	163,9 \pm 3,3	51 \times 41	276
Hohenheim	164,5 \pm 2,0	52 \times 40	105
Landsberg	161,4 \pm 2,8	53 \times 40	325,5
Guhre	172,0 \pm 2,0	54 \times 42	385
Sägewitz	171,5 \pm 1,3	52 \times 41	269
Cladow	164,6 \pm 1,5	53 \times 39	365

Sie zeigen im Verein mit dem vorerwähnten Sortenversuch, daß der Einfluß verschiedener Anbauorte sich stark geltend macht und erhebliche Verschiebungen in den Zellgrößen einer Sorte bringen kann. Auch Sierp hatte gefunden, daß äußere Ursachen auf die Zellgröße einen großen Einfluß haben können.

Während wir aber bei den Sortenversuchen eine ziemlich gleichmäßige Beeinflussung der verschiedenen Sorten durch die verschiedenen Anbauorte gefunden hatten, die übrigens auch aus den Versuchen Berthaults (Tabelle S. 78) zu erkennen ist, sehen wir bei den Herkünften ziemlich Unregelmäßigkeiten auftreten. In den Nachbaustellen Wünschelberg, Hohenheim und Landsberg sind die Ernten der Herkünfte Schwarzin, Mellentin und Rörchen stets größerzellig als in Arnsfelde, in Sägewitz stets kleinerzellig, in Guhre und Cladow sind die Herkünfte Rörchen größerzellig, Schwarzin und Mellentin kleinerzellig als in Arnsfelde. Besonders die Arnsfelder Herkunft variiert auf den verschiedenen Nachbaustellen in den Zellgrößen und auch in der Zusammensetzung der verschiedenen Zellgrößen stark. Wir finden, daß z. B. der Anteil an kleinsten Zellen (90—129 μ) zwischen 30,2 und 11,8% schwankt, an großen (210—249 μ) zwischen 6,5 und 13,5% und das Mittel des mittleren Zelldurchmessers zwischen 153,3 und 173,9 μ . Die drei weiteren Herkünfte verhalten sich auf den verschiedenen Nachbauorten zwar gleichmäßiger, weisen aber auch ziemlich Differenzen auf.

Auch aus der Zusammenfassung der Werte von den sechs Nachbauorten (siehe Tab. 5 unten) treten uns diese Verhältnisse entgegen. Die errechneten mittleren Fehler der Mittelwerte zeigen uns wieder die bei der Arnsfelder Herkunft aufgetretenen starken Abweichungen. Betrachten wir das aus sämtlichen 24 Versuchen

Tabelle 6.

Sorte:

Spalte	I.	II.	III.	IV.
	Mittlerer Durchmesser			
	90-129 μ	130-169 μ	170-209 μ	210-249 μ
	%	%	%	%
1. Früh geerntet				
ohne N	29,6 \pm 0,2	47,6 \pm 0,4	20,3 \pm 0,3	2,5 \pm 0,3
mit N	28,6 \pm 0,6	44,5 \pm 0,5	21,5 \pm 0,5	5,4 \pm 0,3
2. Mittelspät geerntet				
ohne N	24,0 \pm 0,5	46,8 \pm 0,8	23,7 \pm 0,4	5,5 \pm 0,2
mit N	21,3 \pm 0,4	49,6 \pm 0,4	25,0 \pm 0,4	4,1 \pm 0,2
3. Spät geerntet				
ohne N	19,3 \pm 0,8	43,3 \pm 0,1	28,0 \pm 0,5	8,8 \pm 0,3
mit N	16,8 \pm 0,2	42,3 \pm 0,6	29,6 \pm 0,1	9,6 \pm 0,6
Differenzen				
früh				
ohne N/mit N	+1,0 \pm 0,6	+3,1 \pm 0,6	-1,2 \pm 0,6	-2,9 \pm 0,4
mittelspät				
ohne N/mit N	+2,7 \pm 0,6	-2,8 \pm 0,9	-1,3 \pm 0,6	+1,4 \pm 0,3
spät				
ohne N/mit N	+2,5 \pm 0,8	+1,0 \pm 0,6	-1,6 \pm 0,5	-0,8 \pm 0,7

¹⁾ Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Bredemann und

errechnete Sortenmittel des mittleren Zelldurchmessers (166,2 + 2,2), so sehen wir dann allerdings, daß die Mittelwerte sämtlicher Herkünfte von den verschiedenen Nachbaustellen durchaus diesem Sortenmittel entsprechen, die Abweichungen nach oben oder unten liegen alle innerhalb der Fehlergrenze. Man darf aber nicht vergessen, daß sich das Mittel jeder Herkunft aus annähernd 15000 Einzelmessungen und das gefundene Sortenmittel aus rund 60000 Einzelmessungen zusammensetzt. Müller und Lehmann, die die Sorte Kartz von Kameke von zwei Anbaustellen untersuchten,

N-Düngung.

Industrie.

V.		VI.	VII.	VIII. ¹⁾	IX.	X.	XI.
der Zellen		M ^P	Charakt. Durch- messer d. Stärkek. μ	Stärke- gehalt der Knollen %	Knollen- ertrag dz/ha	Mittl. Länge und Breite der Knollen mm	
250-290 μ %	Mittel μ						
—	148,3 ± 0,3 ⁹⁵	143	37,7 ± 0,35	17,6	240	35 × 31	
—	150,6 ± 0,4	147	35,8 ± 0,55	17,6	344	38 × 35	
—	154,3 ± 0,3	150	36,8 ± 0,35	17,2	249	29 × 30	
—	154,9 ± 0,5	151	36,3 ± 0,30	17,6	354	38 × 35	
0,6 ± 0,2	160,7 ± 0,9	156	38,5 ± 0,34	17,0	278	37 × 32	
1,7 ± 0,1	164,4 ± 0,6	161	37,6 ± 0,23	17,1	365	39 × 38	
—	— 2,3 ± 0,5	— 3	+ 1,9 ± 0,65	± 0,0	— 104	—	
—	— 0,6 ± 0,6	— 1	+ 0,5 ± 0,46	— 0,4	— 105	—	
— 1,1 ± 0,2	— 3,7 ± 1,1	— 5	+ 0,9 ± 0,40	— 0,1	— 87	—	

Nerling (a. a. O.), Tab. 2, S. 335.

fanden gesicherte Unterschiede in der Zellgröße der Ernte beider Anbauorte.

Im Anschluß sei noch ein kleiner Versuch erwähnt, den wir als Vorversuch zu oben beschriebenem großen Versuch ausgeführt hatten, und bei dem die Messungen in Schnitten, also nicht im Zellgemisch erfolgt waren, und der ebenfalls zeigt, daß gleiche Sorten an verschiedenen Anbauorten gebaut, wesentliche Unterschiede in der Zellgröße aufweisen können, allerdings nicht aufweisen müssen, wie ja ohne weiteres verständlich.

Boden und Knollen- gewicht	Mittlerer Durchmesser der Zellen					Mittel µ
	91—130 %	131—170 %	171—210 %	211—250 %	251—290 %	

Industrie, Lehm / Moor.

Lehm:	}	6,1	42,4	42,0	8,9	0,6	171,6 ± 2,1
94,7 g							
Moor:	}	10,0	49,2	35,9	4,8	—	164,9 ± 2,0
93,0 g							

Juliniere.

Lehm:	}	5,9	37,5	41,8	14,0	0,8	176,6 ± 4,8
79,5 g							
Moor:	}	6,6	30,3	46,9	14,9	1,3	179,8 ± 3,8
78,7 g							

5. Einfluß der N-Ernährung.

Für die Untersuchung standen fünf Versuchsreihen zur Verfügung, je eine früh, bei noch grünem Kraut, eine mittelspät, bei halb abgestorbenem und eine spät, bei ganz abgestorbenem Kraut geerntete. Von jeder Versuchsreihe war die in Tabelle 6 (S. 242 u. 243) als erste aufgeführte Probe ohne N-Gaben gezogen, die zweite mit 80 kg N je ha in Form von Leunasalpeter gedüngt.

Die in Tabelle 6 zusammengefaßten Ergebnisse zeigen, daß die Stickstoffreihe in allen drei Versuchen den größten mittleren Durchmesser der Zelle hat. Zwar sind die Unterschiede nicht sehr erheblich, aber immerhin sind sie in Versuch 1 und 3 gesichert und in 2 angedeutet.

Lehmann hat analoge Versuche angestellt. In einem Versuch mit Pirola scheinen die Zellen durch gesteigerte N-Zufuhr eher kleiner als größer zu werden, in einem zweiten mit Tannenberg und Kartz von Kameke waren die N-Mangel-Knollen aber deutlich kleinerzellig als die mit normaler Volldüngung geernteten. Zweifellos wird die Wirkung verschieden deutlich sein je nach der N-Bedürftigkeit des Bodens. In unsern Versuchen hat die N-Düngung starke Mehrerträge gezeitigt, ihre Wirkung kommt auch in der deutlichen Zunahme der Knollengröße zum Ausdruck.

Vergleichen wir unsere Zellgrößenbefunde mit den am gleichen Material erhaltenen Ergebnissen der Stärkekorngrößen-Unter-

suchungen Bredemanns und Nerlings, so sehen wir, daß die Verhältnisse gerade entgegengesetzt verlaufen: N-Düngung bewirkt Zunahme der mittleren Zellgrößen durch Verringerung des Anteils an den kleinen und Zunahme der Anteile an den größeren und großen Zellen des Zellgemisches, dagegen war die Stärke bei den mit N gedüngten Knollen durchweg kleinerkörnig, indem sich durch N-Düngung der Anteil der kleinsten und kleinen Stärkekörner vergrößerte, der der mittleren und großen verringerte.

6. Einfluß der K_2O -Düngung.

Der Versuch wurde in der Weise variiert, daß zwei Sorten, Preußen und Hindenburg, mit vier verschiedenen Kalisalzen, Kainit, 40%igem Kali, K_2SO_4 und $K_2Mg(SO_4)_2$ (120 kg/ha K_2O) gedüngt wurden und zwar jeweils als Frühjahr- und als Herbstgabe, während je eine Versuchsreihe ganz ohne Kali blieb. In allen Fällen war als Grunddüngung 45 kg/ha P_2O_5 in Thomasmehl und 53 kg/ha N in Leunasalpeter gegeben. Der Boden, trotzdem nur 17 mg K_2O je 100 g nach Neubauer enthaltend, war fraglos nicht kalibedürftig, denn die Kalidüngung rief in keinem Falle eine Ertragserhöhung gegenüber „ohne Kali“ hervor.

Das Saatgut stammte von einem Felde, das im Vorjahre die gleich variierte Kalidüngung als Frühjahrsgabe erhalten hatte und war nach Düngung getrennt aufbewahrt.

Die Ergebnisse der Zellgrößenmessungen sind in üblicher Weise in Tabelle 7 zusammengestellt. Wir sehen deutlich, daß, trotzdem der Boden, den Ernteerträgen nach zu urteilen, nicht kalibedürftig war, die Kalidüngung in allen Fällen eine Zellvergrößerung gegenüber „ohne Kali“ bewirkt hat.

Lehmann hat ebenfalls den Einfluß der K_2O -Ernährung geprüft; in einem Versuch mit Pepo, in dem Kalizusatzdüngung Ertragssteigerung bewirkt hatte, fand er bald gleichbleibende Zellgröße, bald verringerte und nur einmal Zunahme der Zellgröße. In einem zweiten Kalimangelversuch mit Tannenberg und Kartz von Kameke zeigten die Knollen der Reihe „Normale Volldüngung“ jedoch fast durchweg größere Zellen als in der Kalimangelreihe.

Die verschiedenen Kalisalze haben in unseren Versuchen anscheinend verschieden gewirkt, doch ist eine Übereinstimmung bei den beiden Sorten Preußen und Hindenburg nicht zu erkennen. Auch die Frühjahr- und Herbstgaben zeigen keine durchgreifenden Unterschiede.

Tabelle 7.

Spalte	I.	II.	III.	IV.
	Mittlerer Durchmesser			
	90-129 μ %	130-169 μ %	170-209 μ %	210-249 μ %
Sorte: Preußen.				
Ohne Kali	38,1 \pm 0,5	42,7 \pm 0,6	16,5 \pm 0,4	2,7 \pm 0,1
Frühjahrsgeben.				
Kainit	36,5 \pm 0,7	44,5 \pm 0,8	14,9 \pm 0,7	3,9 \pm 0,3
40 % Kali	27,0 \pm 0,3	44,6 \pm 0,7	22,4 \pm 0,6	5,6 \pm 0,2
K ₂ SO ₄	28,0 \pm 0,4	47,3 \pm 0,8	20,7 \pm 0,5	3,9 \pm 1,0
K ₂ Mg(SO ₄) ₂	27,4 \pm 0,5	45,8 \pm 0,5	21,4 \pm 0,7	5,0 \pm 0,3
Herbstgeben.				
Kainit	25,3 \pm 0,4	42,3 \pm 0,8	23,2 \pm 0,5	7,9 \pm 0,3
40 % Kali	26,4 \pm 0,3	49,1 \pm 0,9	18,8 \pm 1,0	5,2 \pm 0,3
K ₂ SO ₄	31,1 \pm 0,5	44,8 \pm 0,3	20,0 \pm 0,9	3,9 \pm 0,5
K ₂ Mg(SO ₄) ₂	28,5 \pm 0,6	46,9 \pm 0,5	18,5 \pm 0,4	5,1 \pm 0,2
Sorte: Hindenburg.				
Ohne Kali	22,2 \pm 0,3	43,6 \pm 0,4	26,6 \pm 0,5	6,2 \pm 0,5
Frühjahrsgeben.				
Kainit	18,6 \pm 0,7	35,8 \pm 0,3	29,3 \pm 0,5	13,4 \pm 0,6
40 % Kali	18,3 \pm 0,2	44,7 \pm 0,4	28,6 \pm 0,2	7,3 \pm 0,2
K ₂ SO ₄	18,1 \pm 0,3	41,5 \pm 0,1	28,7 \pm 0,5	9,4 \pm 0,2
K ₂ Mg(SO ₄) ₂	17,7 \pm 0,7	43,9 \pm 0,5	25,7 \pm 0,8	10,1 \pm 0,2
Herbstgeben.				
Kainit	18,3 \pm 0,6	41,0 \pm 0,7	28,0 \pm 0,2	10,4 \pm 0,2
40 % Kali	19,5 \pm 0,4	40,1 \pm 0,3	28,0 \pm 0,7	10,1 \pm 0,3
K ₂ SO ₄	21,9 \pm 0,3	42,9 \pm 0,4	25,4 \pm 0,3	8,3 \pm 0,4
K ₂ Mg(SO ₄) ₂	18,4 \pm 0,5	39,6 \pm 0,2	30,8 \pm 0,3	9,6 \pm 0,2

¹, Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Bredemann und Nerling

Beim Vergleich der Prozentanteile der einzelnen Größengruppen erhalten wir auch kein eindeutiges Bild, welches die Festlegung eines bestimmten Verhältnisses zwischen den verschiedenen Düngungs-
gaben gestatten würde.

Kali-Düngeversuch.

V.		VI.	VII.	VIII ¹⁾	IX.	X.	XI.
der Zellen				Charakt. Durchm. d. Stärke	Stärke- gehalt	Knollen- ertrag	Mittlere Länge und Breite der Knollen
250-290 μ %	Mittel μ	M ^P		μ	%	dz/ha	mm
—	143,1 \pm 0,2	138	37,8 \pm 0,31	14,0	230	55 \times 36	
0,2 \pm 0,2	144,8 \pm 0,3	141	36,8 \pm 0,49	13,2	228	40 \times 36	
0,4 \pm 1,0	152,8 \pm 0,3	149	37,0 \pm 0,42	14,0	214	46 \times 33	
0,1 \pm 0,4	149,7 \pm 0,2	143	37,2 \pm 0,56	13,9	218	45 \times 35	
0,4 \pm 0,1	152,0 \pm 0,3	145	38,2 \pm 0,42	14,2	226	42 \times 35	
1,3 \pm 0,1	157,0 \pm 0,3	150	37,0 \pm 0,28	14,4	228	50 \times 35	
0,5 \pm 0,6	151,5 \pm 0,2	146	—	14,1	214	51 \times 36	
0,2 \pm 0,9	148,1 \pm 0,3	142	—	14,1	218	50 \times 36	
1,0 \pm 0,1	151,3 \pm 0,3	145	—	14,2	226	51 \times 35	
1,4 \pm 0,8	158,0 \pm 0,2	153	38,9 \pm 0,50	15,5	245	57 \times 37	
2,9 \pm 0,3	166,6 \pm 0,2	165	38,4 \pm 0,14	15,4	227	49 \times 33	
1,1 \pm 0,2	161,5 \pm 0,2	156	39,2 \pm 0,35	15,6	226	46 \times 38	
2,3 \pm 0,2	164,2 \pm 0,2	161	37,9 \pm 0,36	15,6	222	57 \times 37	
2,6 \pm 0,4	164,4 \pm 0,3	160	39,4 \pm 0,33	15,9	236	50 \times 39	
2,3 \pm 0,8	164,5 \pm 0,2	161	39,3 \pm 0,32	16,4	227	57 \times 37	
2,3 \pm 0,1	163,7 \pm 0,3	160	—	15,3	226	42 \times 41	
1,5 \pm 0,3	159,8 \pm 0,1	155	—	15,9	222	49 \times 36	
1,6 \pm 0,1	164,4 \pm 0,2	161	—	15,6	236	53 \times 39	

(a. a. O.), Tabelle 3, S. 337.

Auch in diesem Versuch sind keine Beziehungen zwischen der durch die Kaliernährung bewirkten Zellgrößenveränderung und der von Bredemann und Nerling untersuchten Stärkekorngrößenbeeinflussung zu finden. Als Frühjahrsgaben hatten nur Kalium-

Tabelle 8. **Einwirkung**

Sorte:

Spalte	I.	II.	III.	IV.
	Mittlerer Durchmesser			
	90-129 μ %	130-169 μ %	170-209 μ %	210-249 μ %
Schwefels. Ammoniak				
a) 1 dz/ha	12,3 \pm 0,2	38,2 \pm 0,2	33,8 \pm 0,3	13,8 \pm 0,5
4 dz/ha	11,9 \pm 0,3	34,8 \pm 0,3	30,1 \pm 0,3	17,4 \pm 0,4
b) 1 dz/ha	10,1 \pm 0,1	33,4 \pm 0,6	35,5 \pm 0,1	16,0 \pm 0,3
4 dz/ha	8,8 \pm 0,2	27,3 \pm 0,2	37,2 \pm 0,4	19,6 \pm 0,4
Differenz				
a) 1 dz/4 dz	+ 0,4 \pm 0,4	+ 3,4 \pm 0,4	+ 3,7 \pm 0,4	- 3,6 \pm 0,6
b) 1 dz/4 dz	+ 1,3 \pm 0,2	+ 6,1 \pm 0,6	- 1,7 \pm 0,4	- 3,6 \pm 0,5

¹⁾ Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Bredemann und

sulfat und Kainit die Stärkekorngrößen etwas verändert und zwar verringert, während als Herbstgabe Kainit etwas vergrößernd auf die Stärkekorngröße wirkte.

Eine Nachwirkung der verschiedenartigen vorjährigen Düngung des Saatgutes (siehe oben) auf die Zellgrößen läßt sich aus den Versuchen nicht entnehmen. Da eine solche auf den Ertrag nicht stattgefunden hat, und trotz verschiedenartiger K₂O-Düngung überhaupt die Zellgrößenunterschiede der Erträge eher kleiner als größer sind, als wir das vorher im Herkunfts- und Anbauortsversuch gesehen hatten, ist eine solche kaum anzunehmen.

7. Nachwirkung alljährlich wiederholter N-Gaben.

Dieser und auch der nächste Versuch über die Nachwirkung alljährlich wiederholter P₂O₅-Gaben galt der Prüfung der Frage nach der Beeinflussung des Nachbaues durch vorjährige Düngung. Sie stellen also gleichsam eine Fortsetzung, bzw. Ergänzung des Versuches 3 über den Einfluß der Herkunft auf die Ausbildung der Zellgrößen dar, nur daß in den Herkunftsversuchen die verschiedenen Faktoren, die das Saatgut beeinflussten, nicht bekannt

zweijährig wiederholter N-Gaben.

Deodara.

V.	VI.	VII.	VIII. ¹⁾	IX.	X.	XI.
der Zellen		M ^P	Charakt. Durch- messer d. Stärke	Stärke- gehalt	Knollen- ertrag	Mittl. Länge und Breite der Knollen
250-290 μ	Mittel		μ	%	dz/ha	mm
%	μ					
1,9 \pm 0,2	172,3 \pm 0,3	169	38,6 \pm 0,23	15,4	158	47 \times 55
5,8 \pm 0,3	178,3 \pm 0,4	175	38,8 \pm 0,50	15,9	196	51 \times 38
5,0 \pm 0,1	178,4 \pm 0,7	175	40,7 \pm 0,80	16,5	161	49 \times 38
7,1 \pm 0,3	186,3 \pm 0,5	183	39,4 \pm 0,37	16,8	179	58 \times 38
— 3,9 \pm 0,4	— 6,0 \pm 0,5	— 6	— 0,2 \pm 0,50	— 0,5	— 38	—
— 2,1 \pm 0,3	— 7,9 \pm 0,9	— 8	+ 1,3 \pm 0,90	— 0,3	— 18	—

Nerling (a. a. O.), Tab. 4, S. 340.

sind, während wir es bei den Versuchen 7 und 8 mit bekannten Faktoren, Nachwirkung alljährlich wiederholter N- bzw. P₂O₅-Gaben, zu tun haben.

Das Saatgut, welches zu den Versuchen über die Nachwirkung alljährlich wiederholter N-Gaben diente, war 1925 und 1926 stets gleichartig gedüngt und zwar 1. mit 1 dz/ha schwefelsaurem Ammoniak, 2. mit 4 dz/ha schwefelsaurem Ammoniak. Im Versuchsjahr 1927 erhielten beide Versuchshälften dann gleiche Düngung, so daß auftretende Unterschiede nur Nachwirkung früherer Düngung sein konnten. Der Anbau 1927 erfolgte auf zwei verschiedenen Böden, a) auf sehr leichtem, b) auf etwas besserem Boden (beides sandiger Lehm).

Die Ergebnisse der Zellgrößenuntersuchungen der Knollen aus diesen Versuchen sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Eine Nachwirkung der vorjährigen verschiedenen N-Düngung auf die Zellgröße ist in beiden Versuchsreihen bemerkbar, indem der Nachbau von der starken (4 dz/ha) N-Düngung der größtzellige ist. Auch in der Zusammensetzung der Zellgrößenanteile (Spalte I u. V) tritt das deutlich in Erscheinung. Der Nachbau der starken

Tabelle 9. Einfluß zweijährig

Sorte:

Spalte	I.	II.	III.	IV.
	Mittlerer Durchmesser			
	90-129 μ %	130-169 μ %	170-209 μ %	210-249 μ %
Früh geerntet				
Seit 1925				
a) } ohne P_2O_5 {	16,3 \pm 0,4	39,9 \pm 0,2	31,3 \pm 0,5	9,8 \pm 0,4
b) } {	19,3 \pm 0,5	39,7 \pm 0,3	28,7 \pm 0,5	10,1 \pm 0,2
Im Mittel	17,8 \pm 0,4	39,8 \pm 0,3	30,0 \pm 0,5	9,9 \pm 0,3
Seit 1925				
a) } mit P_2O_5 {	18,2 \pm 0,6	40,3 \pm 0,5	26,8 \pm 0,6	11,3 \pm 0,4
b) } {	18,3 \pm 0,2	42,7 \pm 0,2	30,2 \pm 0,2	7,7 \pm 0,1
Im Mittel	18,3 \pm 0,4	41,5 \pm 0,4	28,5 \pm 0,4	9,5 \pm 0,3
Spät geerntet				
Seit 1925				
a) } ohne P_2O_5 {	16,5 \pm 0,4	39,2 \pm 0,6	31,0 \pm 0,9	10,7 \pm 0,2
b) } {	19,0 \pm 1,1	40,3 \pm 0,5	29,9 \pm 0,5	8,3 \pm 0,2
Im Mittel	17,8 \pm 0,8	39,7 \pm 0,6	30,5 \pm 0,7	9,5 \pm 0,2
Seit 1925				
a) } mit P_2O_5 {	13,8 \pm 0,4	37,2 \pm 0,6	33,5 \pm 1,0	13,8 \pm 0,5
b) } {	15,4 \pm 0,2	39,6 \pm 0,1	32,7 \pm 0,3	10,1 \pm 0,1
Im Mittel	14,6 \pm 0,3	38,4 \pm 0,4	33,1 \pm 0,7	11,9 \pm 0,3

¹⁾ Korngrößen-Zusammensetzung der Stärke siehe Bredemann und

N-Düngung hatte sich auch (Spalte X u. IX) als der ertragreichste und stärkereichste erwiesen und, wie die Längen- und Breitenmessungen der untersuchten Knollen zeigen (Spalte XI), auch als der größtknollige. Eine Nachwirkung der verschiedenen N-Ernährung des Saatgutes auf den Nachbau liegt also fraglos vor. Auffälligerweise war hinsichtlich der Stärkekorngößen-Zusammensetzung ein sicherer Unterschied nicht nachzuweisen gewesen.

Auch der in Abschnitt 4 behandelte Einfluß des Anbauortes tritt in diesen Versuchsreihen wieder gut zutage. Im Versuch a sind sowohl Knollengröße (nicht Ertrag), als auch Zellgröße, Stärkekorngöße und Stärkegehalt deutlich kleiner als in Versuch b.

wiederholter P_2O_5 -Gaben.

Deodara.

V.	VI.	VII.	VIII. ¹⁾	IX.	X.	XI.
der Zellen		M^P	Charakt. Durch- messer d. Stärke	Stärke- gehalt	Knollen- ertrag	Mittl. Länge und Breite der Knollen
250-290 μ %	Mittel μ		μ	%	dz/ha	mm
2,7 \pm 0,2	166,4 \pm 0,2	162 ³	38,2 \pm 0,53	16,8	238	51 \times 40
2,2 \pm 0,1	164,8 \pm 0,6	161	36,5 \pm 0,39	17,7	250	43 \times 39
2,5 \pm 0,2	165,6 \pm 0,4	161,5	37,4 \pm 0,46	17,2	244	47 \times 39,5
3,4 \pm 0,2	166,5 \pm 0,3	159	38,8 \pm 0,14	16,8	200	51 \times 41
1,1 \pm 0,01	160,2 \pm 0,3	157	36,6 \pm 0,55	17,7	242	45 \times 37
2,2 \pm 0,1	163,4 \pm 0,3	158	37,7 \pm 0,35	17,2	221	48 \times 39
2,6 \pm 0,2	167,3 \pm 0,4	161	40,7 \pm 0,22	16,5	238	50 \times 42
2,5 \pm 0,2	164,1 \pm 0,2	160	37,0 \pm 0,39	16,8	250	42 \times 37
2,5 \pm 0,2	165,7 \pm 0,3	160,5	38,9 \pm 0,30	16,7	244	46 \times 39,5
1,7 \pm 0,2	171,5 \pm 0,3	165	40,0 \pm 0,33	16,2	200	47 \times 43
2,2 \pm 0,1	167,5 \pm 0,3	163	39,4 \pm 0,21	16,5	242	46 \times 42
2,0 \pm 0,2	169,5 \pm 0,3	164	39,7 \pm 0,27	16,4	221	46,5 \times 42,5

Nerling (a. a. O.), Tab. 5, S. 341.

8. Nachwirkung alljährlich wiederholter P_2O_5 -Gaben.

Der Versuch war in ähnlicher Weise angelegt wie der N-Nachwirkungsversuch (Nr. 7). Nur war hier die eine Reihe 2 Jahre lang neben der Grunddüngung von 2 dz/ha 40%igem Kalisalz und 2 dz/ha Leunasalpeter oder entsprechendem schwefelsauren Ammoniak ganz ohne P_2O_5 -Düngung geblieben, während die zweite Reihe stets außer der Grunddüngung mit 2 dz/ha Superphosphat gedüngt war. Im Versuchsjahr erhielten auch hier beide Reihen, ebenso wie im N-Nachwirkungsversuch, gleiche Düngung. Der Nachbau fand ebenfalls auf sehr leichtem (a) und etwas besserem (b) Boden statt. Eine Variation des Versuches bestand darin, daß ein Teil des

Nachbaues früh, bei noch grünem Kraut, der andere spät, bei abgestorbenem Kraut, geerntet wurde.

Die in Tabelle 9 zusammengestellten Ergebnisse dieser Versuchsserie lassen bei weitem nicht solche deutliche Nachwirkung der wiederholten P_2O_5 -Gaben erkennen, wie sie uns bei dem N-Nachwirkungsversuch aufgefallen waren. Nur in der Reihe „spät geerntet“ scheint sich eine P_2O_5 -Nachwirkung durch geringe Vergrößerung der Zellen zu äußern. Man muß allerdings berücksichtigen, daß hier auch keine Nachwirkung der vorjährigen P_2O_5 -Düngungen auf Ertrag, Stärkegehalt und Knollengröße vorliegt, wie wir sie im N-Nachwirkungsversuch ganz klar gesehen hatten.

Auch auf die Stärkekorngößen-Zusammensetzung war eine P_2O_5 -Nachwirkung nicht zu erkennen gewesen.

Zusammenfassung.

Die Arbeit schließt an die von Bredemann und Nerling ausgeführten Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Korngrößen der Stärke an. Es standen die gleichen Proben der Kartoffelknollen zur Verfügung, die zu den Untersuchungen über die Stärkekorngößen gedient hatten, so daß sich die Ergebnisse der Zellgrößenuntersuchungen unmittelbar mit den früheren Ergebnissen der Stärkekorngößen-Bestimmungen in Vergleich setzen lassen.

Da Mittelwerte der Zellgrößen, wie sie nach den bisher angewandten Methoden ermittelt wurden, allein kein genügend klares Bild von den verschiedenen in der Knolle tatsächlich vorhandenen Zellgrößen ergeben, wurde neben diesen Mittelwerten auch stets eine Bestimmung der Zellgrößenzusammensetzung vorgenommen, das geschah in der Weise, daß die aus größtem Längsdurchmesser und größtem zu diesem senkrecht stehenden Querdurchmesser errechneten mittleren Durchmesser der Einzelzellen in fünf verschiedenen Größengruppen von 90—129, 130—169, 170—209, 210—249 und 250—290 μ mittleren Durchmessers zusammengefaßt wurden und dann der Prozentanteil jeder dieser Größengruppen berechnet wurde.

Die Messung der Zellen erfolgte, abweichend von den bisher geübten Verfahren, nicht an Schnitten, sondern in einem „Zellgemisch“, welches dadurch gewonnen wurde, daß dünne Längsscheiben einer größeren Anzahl von Knollen der betreffenden Probe,

vom Nabel zur Krone durch den breitesten Teil der Knolle laufend, in kleine Stückchen zerschnitten und durch Aufkochen mit Wasser — bzw. bei dem vorliegenden in Formalin konservierten Material durch Erwärmen mit 3%iger Ammoniaklösung — in einen Zellbrei verwandelt wurden, der durch ein feines Sieb gerieben und mit Methylenblau schwach angefärbt, mikroskopisch gemessen wurde.

Die Ausmessung der Zellgröße in diesem Zellgemisch erwies sich als mit geringeren Fehlerquellen behaftet als die Ausmessung an Schnitten, weil die Zellgröße nicht nur im Rindenparenchym der Knollen anders (kleiner) ist als im Markparenchym, sondern weil auch das Markparenchym in der Mitte der Knolle größere Zellen aufzuweisen pflegt als das Nabel- und Kronenende, und weil außerdem im Mark außer dem kleinzelligen Leitbündelgewebe noch breite Stränge aus relativ kleinen Zellen verlaufen. Diese verschiedenen Partien auch in sehr vielen Schnitten gleichmäßig zu erfassen, ist ziemlich unmöglich, so daß die Anwendung des Zellgemisches bequem und einwandfrei ist. Durch eingehende Messungen wurde festgestellt, daß beim Aufkochen in Wasser bzw. Erwärmen mit Ammoniaklösung zwar eine geringe Vergrößerung der Zellen eintritt, die jedoch bei verschiedenen Sorten und Proben bei gleichmäßiger Behandlung nur in geringen Grenzen schwankt, so daß die Vergleichswerte nicht beeinflußt werden.

Es wurde beim Vergleich der Zellgrößen verschiedener Sorten oder verschiedener Ernährungs- usw.-Versuche absichtlich nicht von gleich schweren Knollen ausgegangen, sondern es wurden Knollen mittlerer typischer Größe gewählt, wie sie die Sorte oder der Versuch lieferte. Das erscheint für unsere Fragestellung erforderlich, um Trugschlüsse zu vermeiden.

Die so durchgeführten Zellmessungen und ihr Vergleich mit den früher ausgeführten Stärkekorngrößen-Bestimmungen ergeben folgendes:

1. Die Zellgröße nimmt ebenso wie die Stärkekorngröße zu mit der Größe der Knollen (Größenversuch und Erntezeitversuch), so daß ausgewachsene (größere) Knollen einer Sorte größerzellig und auch größerkörnig sind als noch nicht ausgewachsene kleinere. Der in spät (nach völligem Absterben des Krautes) geernteten Knollen gefundene geringere Stärkeprozentgehalt gegenüber den früh (bei beginnendem Absterben des Krautes) geernteten läßt sich sehr gut mit diesen Befunden in Einklang bringen: Da früh geerntete Knollen durchschnittlich kleinere Zellen mit kleineren

Stärkekörnern haben und mit zunehmender Reife das Volumen und Gewicht der Knollen, die Zellgröße und auch die Stärkekorngröße zunehmen, dagegen die Stärkeprocente abnehmen, so dürfte die durch Zellvergrößerung (neben auch wohl Zellneubildung) bewirkte Volum- und Gewichtsvermehrung der Knollen schneller oder länger vor sich gegangen sein als die Zunahme an Stärkekorngröße und damit des Stärkegehaltes. Folge ist, daß die Gewebebildung mehr zunahm als die Stärkebildung, wodurch naturgemäß ein prozentual niedrigerer Stärkegehalt auf das Gesamtgewicht der Knolle resultiert.

2. Verschiedene Sorten, am gleichen Orte unter gleichen Bedingungen angebaut, können sich hinsichtlich ihrer Zellgröße mehr oder weniger wesentlich unterscheiden. Und zwar kann die Zellgröße als sortentypisch angesehen werden, allerdings nicht als absolute Größe, denn sie vermag sich unter dem Einfluß verschiedener Faktoren zu ändern. Diese Änderungen aber vollziehen sich im allgemeinen in gleicher Richtung, so daß also die Reihenfolge der Sorten nach Zellgröße auch z. B. auf verschiedenen Böden gewahrt bleibt, allerdings nicht ganz gleichartig, da naturgemäß der von den verschiedenen Böden auf die verschiedenen Sorten ausgeübte Einfluß kein ganz gleichartiger ist.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Zellgrößen bestehen innerhalb der verschiedenen Sorten ebenfalls große Unterschiede, in ähnlicher Weise, wie das bei der Stärkekorngrößen-Zusammensetzung auch der Fall ist. Sorten mit ungefähr dem gleichen mittleren Zelldurchmesser können sich durch die Zusammensetzung der Zellgrößengruppen stark unterscheiden.

Zwischen Zellgröße und Stärkegehalt waren keine Beziehungen herauszufinden. Dagegen bestanden fraglos zwischen Zellgröße und sortentypischer Knollengröße Beziehungen: Die kleinerknolligen Sorten hatten im allgemeinen kleinere, die größerknolligen größere Zellen. Eine ähnliche Relation scheint auch bisweilen zwischen sortentypischer Knollengröße und Stärkekorngröße aufzutreten, indem nicht selten typisch großknollige Sorten größere Stärke führen als Sorten mit typisch kleinen Knollen. Aber häufige Abweichungen und Ungenauigkeiten zeigen doch, daß zwischen sortentypischer Knollengröße (also auch Zellgröße) und Stärkekorngröße keine durchgehende Gesetzmäßigkeit besteht.

Eine Beziehung zwischen Zellgröße und Reifezeit der betreffenden Sorte, wie sie Danowitsch und Krinkin beobachtet haben wollen, konnte bei unseren Untersuchungen nicht erkannt

werden. Zwar traf das bei verschiedenen untersuchten Sorten zu, aber eine regelmäßige Beziehung besteht nicht.

3. Wenn eine Sorte, die auf verschiedenen Stellen angebaut gewesen ist (verschiedene Herkünfte), im nächsten Jahr an ein und demselben Anbauort nachgebaut wird, so tritt kein „Rückschlagen“ (Müller und Lehmann) auf annähernd den gleichen Wert ein, sondern die Differenzen in den Zellgrößen und auch in der Zellgrößenzusammensetzung bei den verschiedenen Herkünften können größer sein, als wir es bei den verschiedenen Sorten kennengelernt hatten. Ob der Grund hierfür in einer durch äußere Bedingungen hervorgerufenen inneren Konstitutionsänderung der Kartoffelpflanzen zu suchen ist, die noch bei den vegetativen Nachkommen nachklingen kann (vgl. 7. Nachwirkung alljährlich wiederholter N-Gaben), oder ob rein äußerliche Einflüsse mitspielen, wie verschiedene Reife und Größe des Saatgutes, verschiedene Aufbewahrung vor der Aussaat usw., läßt sich noch nicht entscheiden.

Hinsichtlich der Stärkekorngrößen waren bei den verschiedenen Herkünften des gleichen Anbauortes auch einige Unterschiede hervorgetreten, die aber fast alle innerhalb der Fehlergrenzen lagen. Beziehungen zwischen Knollengröße und Zellgröße bei den Herkunftversuchen waren nicht zu finden.

4. Auch bei Nachbau verschiedener Herkünfte einer Sorte an verschiedenen Nachbauorten macht sich der Einfluß des Anbauortes im allgemeinen im gleichen Sinne bemerkbar, wie wir es oben schon bei den Sortenversuchen erwähnt hatten, d. h. entweder zellvergrößernd oder zellverkleinernd. Allerdings kommt es bisweilen vor, daß einige Herkünfte aus unbekannten Gründen aus der Reihe schlagen, indem sie auf verschiedenen Nachbaustellen in Zellgröße und auch Zusammensetzung der Zellen verschieden, bald zellvergrößernd, bald zellverkleinernd, beeinflußt werden. Die Veränderung der Stärkekorngröße durch den Einfluß des Anbauortes läuft durchweg der Veränderung der Zellgröße analog.

5. N-Düngung bewirkte — bei wesentlicher Ertragszunahme und Knollenvergrößerung — Zunahme der mittleren Zellgröße durch Verringerung des Anteils an den kleinen und Zunahme des Anteils an den größeren und großen Zellen des Zellgemisches. Die Ergebnisse der Stärkekorngrößen-Untersuchungen zeigen ein gerade umgekehrtes Bild: N-Düngung verringerte die Stärkekorngröße, indem sich durch N-Düngung der Anteil der kleinsten Stärkekörner vergrößerte, der der mittleren und großen verringerte.

6. Auch K_2O -Düngung — obwohl in den vorliegenden Versuchen ohne Einfluß auf Ertrag und Knollengröße — bewirkte Zellvergrößerung gegenüber „ohne Kali“. Die verschiedenen Kalisalze haben anscheinend verschieden gewirkt, sowohl auf die mittlere Zellgröße als auch auf die Zusammensetzung der Größengruppen, doch sind Gesetzmäßigkeiten nicht zu erkennen. Dasselbe gilt für Frühjahrs- und Herbstdüngung. Beziehungen zwischen der durch K_2O -Ernährung bewirkten Zellvergrößerung und der Stärkekorngrößenbeeinflussung waren auch hier nicht vorhanden.

7. Daß verschiedene Ernährungsbedingungen in der Mutterpflanze innere Konstitutionsänderungen hervorrufen können, die noch bei den vegetativen Nachkommen nachklingen (Müller und Lehmann), zeigten die Ergebnisse des Versuches über die Nachwirkung alljährlich wiederholter N-Gaben. Es war deutlich eine Nachwirkung der vorjährigen verschiedenen N-Düngung auf die Zellgröße bemerkbar, indem der Nachbau von der starken N-Düngung der größtzellige ist. Auch in der Zusammensetzung der Zellgrößenteile tritt das deutlich in Erscheinung. Der Nachbau von der starken N-Düngung hatte sich auch als der ertragreichste, stärke-reichste und größtknollige erwiesen.

Hinsichtlich der Stärkekorngrößen-Zusammensetzung war ein sicherer Unterschied nicht nachzuweisen gewesen.

8. Ein gleicher Versuch über die Nachwirkung alljährlich wiederholter P_2O_5 -Gaben zeigte in der einen Versuchsreihe ebenfalls Nachwirkung auf die Zellgrößen, in einer zweiten keine. Allerdings war auch keinerlei Nachwirkung auf Ertrag, Stärkegehalt und Knollengröße festzustellen gewesen.

Auch auf die Zusammensetzung der Stärkekorngrößen war eine P_2O_5 -Nachwirkung nicht sichtbar gewesen.

Eine Gesetzmäßigkeit zwischen Zellgröße und Stärkekorngröße, in dem Sinne, daß man sagen kann: Großzelligkeit der Knolle ist korrelativ mit Großkörnigkeit der Stärke verbunden oder umgekehrt, liegt also zweifelsohne nicht vor. Zellgröße sowohl als auch Stärkekorngröße sind als Sorteneigenschaften aufzufassen, sind aber keine absoluten Größen, sondern können durch verschiedene Faktoren, wie Reife, Knollengröße, Herkunft, Anbauort, Ernährung usw., mehr oder weniger stark beeinflußt werden. Und zwar findet eine Veränderung der Zellgröße, bzw. Korngröße bei den verschiedenen Sorten durch die verschiedenen Faktoren meistens in gleicher Richtung statt, entweder durchweg vergrößernd oder durchweg ver-

kleinernd, natürlich graduell verschieden, je nachdem die betreffende Sorte von dem betreffenden Faktor mehr oder weniger beeinflussbar ist. Aber die Beeinflussung von Zellgröße und Stärkekorngröße verläuft dabei nicht immer gleichgerichtet, häufig auch entgegengerichtet oder auch einseitig. Die oben beschriebenen Ergebnisse unserer zahlreichen Versuche zeigen das ganz klar.

Vorliegende Arbeit wurde im Institut für angewandte Botanik der Hamburgischen Universität unter Leitung von Herrn Prof. Dr. G. Bredemann ausgeführt. Für freundliche Unterstützung und bereitwilligstes Entgegenkommen bei Durchführung dieser Arbeit bin ich Herrn Prof. Dr. G. Bredemann zu Dank verpflichtet.

Beiträge zur Kenntnis des Holzes als Werkstoff.

Von

W. Schwartz und H. Kretzdorn.

(Aus dem Botanischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe.)

(Mit 1 Abbildung.)

II. Untersuchungen an metallisiertem Holz.

Vor einiger Zeit erschien in der Umschau¹⁾ eine kurze Mitteilung über einen neuen Verbundwerkstoff „Metallholz“, der Eigenschaften von Holz und Metall in sich vereinigen soll.

Während die Möglichkeiten, Holz mit löslichen Metallsalzen zu imprägnieren und durch chemische Umsetzungen das Metall in einer unlöslichen Form im Holz auszufüllen, wiederholt geprüft worden sind, finden sich über das direkte Einführen von niedrig schmelzenden Metallen oder Legierungen nur einzelne Hinweise in der Literatur, so z. B. bei E. Fichte²⁾, der ein mit Lötzinn imprägniertes Kiefernholz untersuchte.

Die Herstellung von Metallholz geschieht so, daß geschmolzenes Metall unter Druck in das Holz eingepreßt wird (z. B. Zinn, Blei-Antimon).

Wir erhielten durch die Liebenswürdigkeit der Gesellschaft für Eisenforschung in Düsseldorf ein mit Blei-Zinn-Legierung voll-

¹⁾ Naeser, G., Metallholz. Umschau 1930, Heft 13. — Vgl. ferner die deutschen Patentschriften Nr. 488 209 (4. 1. 30) und Nr. 493 905 (15. 3. 30).

²⁾ Fichte, E., Strukturveränderungen am toten Holz durch technische Einflüsse usw. Ztschr. f. angew. Botanik 11, 1929.

metallisiertes Holzstück (Birke), das zu den nachstehend mitgeteilten Untersuchungen benutzt wurde. Ferner überließ uns die Firma R. Deus & Co. in Düsseldorf Proben von verschieden stark metallisiertem Holz.

Quer- und Längsschnitte zeigen in Bestätigung der Befunde Anderer, daß das natürliche Gefüge der Holzzellen erhalten ist. Die Hohlräume der Holzzellen sind fast ausnahmslos bis in das Innere des Holzstückes hinein mit Metall gefüllt (Abb. 1). Das flüssige Metall ist also ohne größere Zerstörungen in die einzelnen Zellen eingewandert, vermutlich durch die bei allen Zellen vorhandenen Tüpfelkanäle.

Die zarten Schließhäute, die normalerweise den Tüpfelkanal sperren, sind dabei offenbar gerissen. Das Eindringen in die langen Tracheenzüge erfolgt wohl größtenteils von der Hirnfläche aus.

Zerlegt man Metallholz durch vorsichtiges Mazerieren mit dem Schulzeschen Gemisch¹⁾ in seine einzelnen Bestandteile, so wird dabei das Metall teils herausgelöst, teils als SnO_2 in den allseitig geschlossenen Zellen ausgefällt.

Wir haben uns die Frage vorgelegt, wieweit durch die Metallisierung das Quellungsvermögen des Holzes beeinflußt wird. Nach einer an anderer Stelle²⁾ beschriebenen Methode haben wir die Wasseraufnahme dünner Metallholzstückchen bei Einwirkung wasserdampfgesättigter Luft untersucht. Als Vergleichsmaterial dienten Holzblätter, die mit Bakelit imprägniert waren, ferner solche ohne jede Vorbehandlung.

Tabelle 1. Gewichtszunahme dünner Holzstücken in wasserdampfgesättigter Luft, ausgedrückt in v. H. des Ausgangsgewichtes.

	Ausgangsgewicht g	Gewichtszunahme nach			
		1 Tag v. H.	2 Tagen v. H.	8 Tagen v. H.	16 Tagen v. H.
Kontrolle (reines Holz) .	0,346	27,7	27,7	27,7	27,7
Bakelitholz	0,353	7,8	15,2	17,2	17,2
Metallholz	3,818	1,5	2,0	2,3	2,3

¹⁾ Kaliumchlorat und konzentrierte Salpetersäure.

²⁾ Sperrholz, 1930, Heft Nr. 9 und 10; ferner diese Ztschr., 13, 133, 1931.

Nach Tabelle 1 scheint nun tatsächlich die Wasseraufnahme des Metallholzes ganz wesentlich selbst hinter der des Bakelit-holzes zurückzubleiben.

Die Werte der Tabelle 1 erfahren jedoch dadurch eine wesentliche Korrektur, daß bei beiden vorbehandelten Hölzern die Berechnung auf Holz + Bakelit bzw. auf Holz + Metall erfolgte, während die Gewichtszunahme durch Quellung sich ausschließlich am Holz abspielt. Der Fehler ist bei dem Metallholz besonders groß.

Durch folgende Berechnung gelingt es, die wahre Quellung des Holzanteiles zu ermitteln.

Bekannt sind das absolute Gewicht p und das spezifische Gewicht s eines Metallholzstückes; bekannt ist ferner das (scheinbare) spezifische Gewicht s' des reinen Holzes, das etwa zu 0,60 angenommen werden kann. Gesucht ist das absolute Gewicht p' des Holzanteiles im Metallholzstück. Die Volumänderung bei der Metallisierung kann gleich 0 gesetzt werden, da das Metall in das Holz eingelagert wird. Es ist demnach v (Volumen des Metallholzstückes) gleich v' (Volumen des Holzanteiles). Unter diesen Voraussetzungen ist

$$p' = \frac{s' p}{s}$$

Sucht man die wahre Quellung des Holzanteiles zu ermitteln, so sind die Gewichtszunahmen zu diesem Wert p' in Beziehung zu setzen.

Beim Bakelitholz haben wir den Wert p' durch Wägung des betreffenden Holzstückes vor der Imprägnierung festgestellt.

Für die wahre Quellung erhalten wir nun die Zahlen der Tabelle 2.

Tabelle 2. Die wahre Quellung des Holzanteiles im Bakelit- und Metallholz.

	Ausgangsgewicht p' g	Gewichtszunahme in v. H. des reinen Holzgewichtes nach			
		1 Tag v. H.	2 Tagen v. H.	8 Tagen v. H.	16 Tagen v. H.
Kontrolle (reines Holz) .	0,346	27,7	27,7	27,7	27,7
Bakelitholz	0,254	10,9	21,1	23,9	23,9
Metallholz	0,627	8,6	12,1	13,5	13,5

Zwar wird die Reihenfolge des Bakelit- und des Metallholzes nicht geändert, doch ist in beiden Fällen der Unterschied gegenüber der Kontrolle (reines Holz) wesentlich geringer geworden. Es sollten also bei Untersuchungen über das Quellungsvermögen von vorbehandeltem Holz, wenigstens bei der Feststellung der Quellung durch die Wägemethode, stets die mit der Behandlung verbundenen Gewichtsänderungen mit berücksichtigt werden.

Das schwächere Quellen des Metallholzes im Vergleich zum Bakelitholz ist wohl damit zu erklären, daß im einen Fall die starren Metallmassen im Holz der Wandquellung einen mechanischen

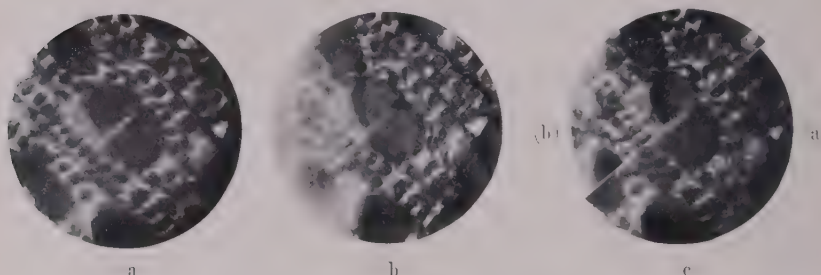


Abb. 1. Quellungserscheinungen an metallisiertem Holz. a feucht, b trocken, c Vergleichsbild aus je einer Hälfte der Abbildungen 1a und 1b zusammengesetzt. (Mikrophotogramme.)

Widerstand entgegensetzen, während im andern Fall das Bakelit hauptsächlich als Hülle das Holz umgibt, unter der sich das „Arbeiten“ freier auswirken kann.

Beide Behandlungsweisen sind keine idealen Lösungen der Quellungsfrage, da die benutzten Mittel nicht am eigentlichen Sitz der Quellungserscheinungen — den Zellwänden — angreifen.

Die Mikrophotogramme der Abb. 1 geben ein unmittelbares Bild von den Quellungsvorgängen im Metallholz. Selbst die Anfüllung fast sämtlicher Zellhohlräume verhindert also nicht, daß die Zellwände sich allmählich mit Feuchtigkeit anreichern und dicker werden.

In Abb. 1c sind Teile von 1a und 1b aneinandergesetzt, so daß die Verschiebung des Zellnetzes durch die Wandquellung besonders deutlich wird.

Auch durch direkte Abmessung mit dem Mikrometer läßt sich der Quellenvorgang verfolgen. Einige Zahlen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3. Zunahme der tangentialen Breite von Holzstücken bei der Quellung, ausgedrückt in v. H. der ursprünglichen Breite.

	Breite bei Versuchs- beginn cm	Zunahme der Breite in feuchter Luft (100 % rel. Dampfsp.) nach			
		1 Tag v. H.	2 Tagen v. H.	8 Tagen v. H.	16 Tagen v. H.
Nicht imprägniertes Holz	1,300	4,6	5,2	5,2	5,2
Bakelitholz	1,288	3,0	3,0	3,0	3,0
Metallholz	1,698	3,7	3,7	4,1	4,1

Zusammenfassung.

1. Die Zellhohlräume des untersuchten Metallholzes waren fast ausnahmslos mit Metall angefüllt. Die normale Struktur des Holzes erweist sich im mikroskopischen Bild als unverändert.

2. Die Metallisierung setzt zwar wie die Behandlung mit Bakelit das Quellungsvermögen des Holzes herab; eine vollständige Verhütung gelingt jedoch nicht. Gegenüber reinem Holz wird innerhalb unserer Versuchsdauer die Wasseraufnahme bei Metallholz auf $\frac{1}{2}$, bei Bakelitholz auf $\frac{6}{7}$ erniedrigt.

3. Bei der Auswertung von Quellungsversuchen mit vorbehandeltem Holz durch Wägung muß stets die Gewichtsänderung des Holzes durch die vorhergegangene Behandlung mit berücksichtigt werden.

Phytotoxische Versuche mit neuartigen künstlichen Nebeln, sog. Säurenebeln. zur Abwehr von Nachtfrostschäden in Baumschulen, Weinbergen und sonstigen gärtnerischen Kulturen.

Von

Dr. Werner Ext

(Vorsteher der Hauptstelle für Pflanzenschutz Kiel¹.)

Mit 9 Abbildungen.

Einleitung.

Zu den gefürchtetsten meteorologischen Schadenquellen zählt der Freilandgärtner, Baumschulbesitzer, Obst- und Weinbauer die im Frühjahr, nachdem die Sonne bereits einen relativ hohen Stand erreicht hat und häufig schon recht sommerliche Temperaturen ihren Einzug gehalten haben, auftretenden Nachtfroste. Sie entwickeln sich vornehmlich im Monat Mai, und dem Volksmunde ist der Name „Drei Eiseilige“ (nach dem katholischen Kalender: Mamertus, Pankratius und Servatius = 11., 12. und 13. Mai) geläufig.

Die Sonne steht um diese Zeit — am 21. Juni ist bereits Tag- und Nachtgleiche! — mittags schon 54 Grad über dem Horizont. Ihre Strahlen fallen also bereits recht steil auf den Erdboden und erwärmen ihn an wolkenlosen Tagen, während einer täglichen Sonnenscheindauer von 15 Stunden und 49 Minuten, schon beträchtlich. Und zwar beträgt die Einstrahlung für Norddeutschland bereits 360 g cal. pro qcm: im März dagegen erst 70 g cal. pro qcm. Folgt nun auf einen derartigen sommerlichen Frühjahrs- tag eine wolkenlose, windstille Nacht, so strahlt der Boden ein gut Teil seiner Absorptionswärme über Nacht wieder in den freien Weltenraum (Atmosphäre) hinaus, wobei er sich selbst naturgemäß mehr oder weniger stark abkühlt (Kessler, a. a. O.). Unter ungünstigen Umständen kann, besonders in sog. Frostlöchern, die nächtliche

¹ Bei der Durchführung der im Folgenden geschilderten Versuche wurde ich von meinem Kollegen, dem wissenschaftlichen Assistenten Herrn Dr. Hauptfleisch, eifrig unterstützt. Ich spreche ihm dafür auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aus.

Temperatur dabei mehrere Grade unter den Gefrierpunkt sinken. Für die gerade im zartesten Entwicklungsalter stehenden Pflanzen bedeutet dies eine ernste Lebensgefahr, wenn nicht den Tod.

Zu der eigentlichen Nachtfrostwirkung kommt die an sonnenklaren Tagen schon in den frühen Morgenstunden einsetzende starke Erwärmung. Der unvermittelte Übergang von Temperaturen unter $\pm 0^{\circ}$ auf Zimmertemperatur und darüber ist den Pflanzen oft noch schädlicher als die nächtliche Kälte an sich.

Die im Herbst bei vergleichsweise viel tieferem Sonnenstand (am 22. Oktober 25 Grad über dem Horizont, Tagesdauer 10 Stunden 8 Minuten) unter Umständen auftretenden Nachtfroste scheinen weniger reine Strahlungsfröste zu sein, als vielmehr auf der völligen Durchkühlung der gesamten Atmosphäre zu beruhen.

Wirtschaftlich sind sie weit harmloser zu bewerten als die Frühjahrsfröste, wenngleich ihre Wirkungen an spätblühenden Dahlien, Rosen, Chrysanthemen, spät reifenden Tomaten usw. oft recht augenfällig sind. Der überwiegende Teil der Vegetation ist im Herbst aber bereits ausgereift bzw. ausgewachsen und auf den Winter physiologisch eingestellt.

Seit langer Zeit bemüht man sich, die im Frühjahr auftretenden nächtlichen Strahlungsfröste durch künstliche Entwicklung von Nebel und Rauch (Lüstner, a. a. O.) oder durch Überdachen der Kulturen mit Decken, Matten und sonstigen Geflechten zu verhüten (Amann, a. a. O.), sowie die unvermittelte Einwirkung der Sonnenstrahlen auf gefrorene Pflanzenteile durch Erzeugung einer künstlichen Bewölkung fernzuhalten, somit nur ein langsames Auftauen zu gestatten (Trappmann, a. a. O.). Bei „Rauch“ hat man es mit festen in der Luft schwebenden Teilchen, bei „Nebel“ mit kleinsten Flüssigkeitströpfchen zu tun (Freundlich, a. a. O.). Es sind natürlich auch Gemische von Rauch und Nebel möglich. Physikalisch verhalten sich beide jedoch fast gleich. Die Größe der Teilchen liegt zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{100000}$ mm Durchmesser.

Die an sich geringe Erwärmung der Luft durch die Schmelzfeuer ist dabei nicht als das Wesentliche an der Nachtfrostverhütung anzusehen. Es kommt vielmehr darauf an, für die Dauer gefahrbringender nächtlicher Ausstrahlungen, also in den späten Abendstunden beginnend, bis mindestens zum Sonnenaufgang, eine möglichst dichte, geschlossene Rauch- oder Nebelschicht über den zu schützenden Kulturen zu erzeugen, die die Bodenstrahlung hemmt. In diesem Sinne haben die von Hollrung (a. a. O.) zitierten Ver-

suche amerikanischer Obstbauer, ihre Obstpflanzungen bei Eintritt von Frostgefahr durch Beheizung mit kleinen trag- und fahrbaren Öfen gegen Frost zu schützen, auch zu keinem greifbaren Erfolg geführt (Hollrung, a. a. O. S. 362; Trappmann, a. a. O. S. 111). Neuerdings berichtet allerdings Kessler (a. a. O.) über günstigere Erfolge bei Verwendung von geeigneten Briketts.

Zur Nebelerzeugung durch Schwelfeuer werden nasses Stroh, Unkraut, Kartoffelkraut, Bohnenstroh, Laub oder Mist benutzt, die gegebenenfalls zeitweilig mit Wasser benetzt werden (Trappmann, a. a. O. S. 378).

In größeren Anlagen benutzt man Teer, Rohpetroleum, Roh-naphthalin oder besondere Räuchermassen, die in Gruben oder besser in eisernen Pfannen verbrannt werden. Auch gibt es besondere Räucherapparate für den gleichen Zweck.

Nach Dümmler (a. a. O.) werden dabei innerhalb 4—5 Stunden 15—20 kg Teer je Feuerstelle verbrannt, wobei die sich auf dem Teer bildenden Krusten ständig entfernt werden müssen. Die Feuerstellen werden in Abständen von 10—20 m in Reihen angeordnet. Die einzelnen Reihen verlaufen etwa im Abstand von 200—400 m. Für je 10—15 Feuerstellen ist mindestens ein Bedienungsmann erforderlich.

In den Vereinigten Staaten von Amerika hat man übrigens nach Hollrung (a. a. O. S. 372) auch versucht, „Frostbeschädigungen mit Hilfe von Wasserdampf zu verhüten. Es sind zu diesem Zwecke auf der Spitze hoher Masten Verstäubungsdüsen angebracht worden, aus welchen in Zeiten von Frostgefahr Wasserdampf in Form eines feinen Nebels entlassen wird. Bei der Kondensation des Wasserdampfs zu Wassertröpfchen und bei der Erstarrung der letzteren zu Eis werden nennenswerte Mengen Wärme frei, welche die gefährdeten Pflanzen vor dem Erfrieren schützen sollen. Durch die Kondensation von 1 g Tau wird 1 cbm Luft um 2° C erwärmt.“ (Vgl. dagegen Wollny, a. a. O.)

Auch bei dem in Gärtnereien vereinzelt üblichen Ausspannen nasser Stroh- oder Heuseile über den gefährdeten Beeten wird nach Hollrung die bei der Eisbildung aus Wasser freiwerdende Wärme nutzbar gemacht.

In Weinbaugebieten wird der Erfolg der Frosträucherungen nach Dümmler (a. a. O.) dadurch sichergestellt, daß Posten die Temperaturen ständig beobachten, sich bei Frostgefahr gegenseitig benachrichtigen und durch Alarme und Signale das Abbrennen der

Feuerlinien je nach der Windrichtung regeln. Einen ähnlichen sehr sorgfältig organisierten Frostwarnungsdienst richtet zurzeit die Öffentliche Wetterdienststelle Hamburg (Wirtschaftswetterdienst) in den Hamburg benachbarten Frühgemüse- und Baumschulkultur treibenden Landkreisen ein (vgl. auch Kessler, a. a. O.).

Nachdem die Hanseatische Apparatebau-Gesellschaft in Kiel in dem von ihr kurz als „Nebelsäure“ bezeichneten Produkt einen Stoff gefunden hatte, der, ohne besondere Wartung, ohne Flammenentwicklung und somit ohne Brandgefahr, erstaunlich dichte, spezifisch schwere Nebelmassen entwickelt, lag der Gedanke nahe, diesen Stoff in den Dienst der Frostabwehr zu stellen, um so mehr, als die reinen Materialkosten dieses Verfahrens auch als äußerst niedrig zu bezeichnen sind.

100 kg Nebelsäure kosten	RM 25,—
30 Ltr. = 60 kg Nebelsäure fassende Nebelapparate . . .	„ 50,—
100 „ = 200 „ „ „ „ . . .	„ 90,—

einschließlich Faß (Abb. 1 und 2). Je Hektar sollen die Einnebelungskosten nach dem neuen Verfahren nur RM 4,— gegen RM 50,— bis 70,— nach den bisher üblichen Methoden betragen. Eine besondere Wartung während der Nebelentwicklung ist, wie gesagt, nicht erforderlich. Beim Umgang mit der Nebelsäure muß allerdings jede Beschmutzung des Körpers und der Kleidung mit derselben streng vermieden werden, da sie stark ätzend wirkt. Vermischung mit Wasser führt zu explosionsartiger Nebelentwicklung.

Die vorerwähnte Nebelerzeugung beruht darauf, daß in Chlorsulfonsäure (HSO_3Cl) gelöstes Schwefeltrioxyd (SO_3) zur Verdampfung gebracht wird, und zwar erfolgt dies entweder durch Erwärmung, z. B. mittels Gas- oder Spiritusflamme oder durch Auftropfenlassen auf gebrannten Kalk. Dies letztere Verfahren ist auch für die Frostschutzpraxis vorgesehen. Der Kalk erwärmt sich dabei bis zur Rotglut, also auf etwa 300°C und darüber.

Die Lösung von Schwefeltrioxyd in Chlorsulfonsäure wird kurzweg als „Nebelsäure“ bezeichnet. Ihr Siedepunkt liegt bei etwa $+40^\circ\text{C}$, das spezifische Gewicht bei 1,9.

Das bei der Verdampfung sich entwickelnde Schwefeltrioxyd (SO_3) verbindet sich nach der Formel: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ mit dem Wasserdampf (H_2O) der Atmosphäre in Gestalt allerfeinster Tröpfchen zu Schwefelsäure (H_2SO_4), und zwar entsteht bei Vor-

handensein von genügenden Mengen von Wasserdampf eine etwa 60%ige Säure. Je feuchter die Luft ist, desto größer sind die Tröpfchen und desto dichter ist der Nebel. Die entstehenden Nebel sind längere Zeit haltbar; denn der Dampfdruck der Schwefel-

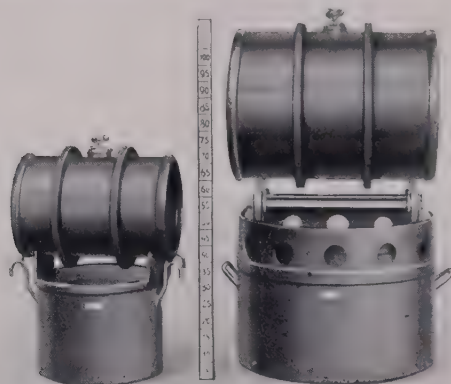


Abb. 1. Links: kleines; rechts: großes Nebelgerät der Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft, Kiel.



Abb. 2. Nebelgerät in Tätigkeit.

säure selbst wie auch ihrer wässerigen Lösung ist so gering, daß eine Verdampfung in kurzer Zeit nicht in Frage kommt (Stampe, a. a. O.).

Über die Einwirkung solcher feinsten Säurenebel auf Pflanzen lagen zu Versuchsbeginn kaum wissenschaftliche Beobachtungen bzw. Veröffentlichungen vor. Die Veröffentlichung von Hilgen-dorff (a. a. O.), auf die wir später noch besonders zurückkommen, erschien erst im Februar 1931, als unsere Versuche fast abgeschlossen waren. Es galt somit völliges Neuland zu erschließen.

Zur Feststellung der eventuellen Schädlichkeitsgrenzen, gegebenenfalls der unterschiedlichen Empfindlichkeitsstufen verschiedener Pflanzengattungen usw., der zum Zwecke der Frost-verhütung nach dem Verfahren der Hanseatischen Apparate-bau-Gesellschaft in Kiel entwickelten künstlichen Nebel wurden darum zahlreiche phytotoxische Versuche angestellt. Der Auftrag zur Durchführung der Versuche ging uns leider erst im Spätsommer (22. 8. 1930) zu; hierauf muß besonders hingewiesen werden, weil damit die Einbeziehung junger heranwachsender Freilandpflanzen in die Versuche unmöglich wurde und sich ganz allgemein hieraus eine starke Beschränkung des Versuchsmaterials ergab. Die Praxis erwartete trotzdem ein wenigstens vorläufiges Urteil spätestens im Vorfrühling 1931.

A. Versuche mit einmalig zu Versuchsbeginn entwickelten Nebeln.

Da anzunehmen war, daß die entwickelten Nebel sich im Laufe der Zeit niederschlagen würden, mußten die Versuche, um ein relativ günstiges Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche zu erzielen, in möglichst großen Räumen durchgeführt werden. Eine Begrenzung hinsichtlich der Raumgröße war eigentlich nur durch die verfügbaren Geldmittel gegeben.

Für den ersten orientierenden Vorversuch stellte das Torpedo-Laboratorium Kiel entgegenkommenderweise einen geeigneten Versuchsraum zur Verfügung. Die späteren Versuche wurden mit Ausnahme der Strömungsversuche und der unter Abschnitt C „Versuche mit periodischer Nebelentwicklung“ geschilderten Prüfungen in einer besonders errichteten 2-cbm-Gaszelle (Abb. 3) durchgeführt, deren Wände mit Ausnahme schmaler paraffinierter Holzleisten völlig aus Glas bestehen. Rück- und Seitenwände, Boden und Decke bestehen aus Drahtglas, die Vorderseite zu $\frac{2}{3}$ aus durchsichtigem Maschinenglas, in der Mitte der Vorderseite

befindet sich eine große Spiegelglasscheibe. Diese ist in einen herausnehmbaren Rahmen eingesetzt, wodurch die erforderliche Arbeitsöffnung gewonnen wurde. Die ursprünglich vorgesehene Durchführung von Parallelversuchen in kleinen Glasglocken verbietet sich aus den oben erwähnten Gründen.



phot. Hauptfleisch

Abb. 3. 2 cbm-Gaswürfel mit geöffneter Arbeitsöffnung.

Die Nebelerzeugung erfolgte bei diesen Versuchen mit einmalig zu Versuchsbeginn entwickelten Nebeln durch Verdampfen einer bestimmten Menge Nebelsäure mittels Spiritusflamme. Es wurde dabei angenommen, daß die zur Anwendung gebrachte Nebelsäuremenge praktisch quantitativ verdampft und die Nebel sich stets gleichartig entwickeln.

Nach Stoklasa (a. a. O.), der eingehend über die Einwirkung von Schwefeldioxyd (SO_2) und Schwefeltrioxyd (SO_3) auf Pflanzen berichtet, sowie aus anderen bekannten Literaturangaben und eigener praktischer Erfahrung in Industriegebieten ist Schwefeldioxyd als heftigstes Assimilationsgift für Pflanzen anzusehen. Schon bei 0,001% SO_2 in der Luft wurden von Stoklasa Beschädigungen des Chlorophylls und im Zusammenhang damit der Plasmaströmung festgestellt und 0,01% ige schweflige Säure wirkt bereits als heftiges Assimilationsgift.

Für das toxische Verhalten von Schwefeldioxyd (SO_2), das infolge seiner großen Sauerstoffaffinität ($2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{SO}_3$) wahrscheinlich dieses Element (O_2) aus den lebenswichtigen Teilen der Zelle herausreißt, ist charakteristisch, daß die Giftwirkung im Tageslicht ganz wesentlich stärker ist als während der Nacht. Schwefeldioxyd ist eben ein typisches Assimilationsgift, dessen toxische Wirkung während der Assimilationstätigkeit am stärksten ist.

Im Gegensatz dazu ist nach Stoklasa Schwefeltrioxyd (SO_3) wesentlich harmloser; 0,001% SO_3 in Form von freier Schwefelsäure, d. i. $1 : 100\,000 = 10 \text{ g/cbm } \text{SO}_3$ vermögen auf den photosynthetischen Prozeß in der chlorophyllhaltigen Zelle noch keinen Einfluß auszuüben; die Sauerstoffausscheidung ist nach vierstündiger Einwirkung noch normal.

Beim Schwefeltrioxyd liegen die Verhältnisse ja auch ganz anders, da dieser Körper mit Sauerstoff vollständig abgesättigt ist. Dafür besitzt das trockene gasförmige Schwefeltrioxyd ein starkes Bestreben sich mit Wasser nach der auf Seite 265 angegebenen Formel zu verbinden. Wasser steht nun aber in der Atmosphäre in frostgefährdeten Nächten in genügender Menge zur Verfügung, so daß eine Schädigung durch Wasserentzug, etwa entsprechend dem obenerwähnten Sauerstoffentzug, kaum annehmen ist.

Nach Auskunft der Öffentlichen Wetterdienststelle Hamburg beläuft sich der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft in Frostnächten auf 80—100%. Durch die von 1 cbm Luft maximal aufnehmbaren 100 g Nebelsäure können nun etwa 16 g Wasser absorbiert werden, also bei Temperaturen zwischen -3° und $+3^\circ$ bei 80—100% relativer Feuchtigkeit etwa das 3—5 fache der verfügbaren Wasserdampfmenge (vgl. Tabelle).

Gewicht des Wasserdampfs in 1 cbm gesättigt
feuchter Luft.

(100 % relative Feuchtigkeit = x g/cbm absolute Feuchtigkeit).

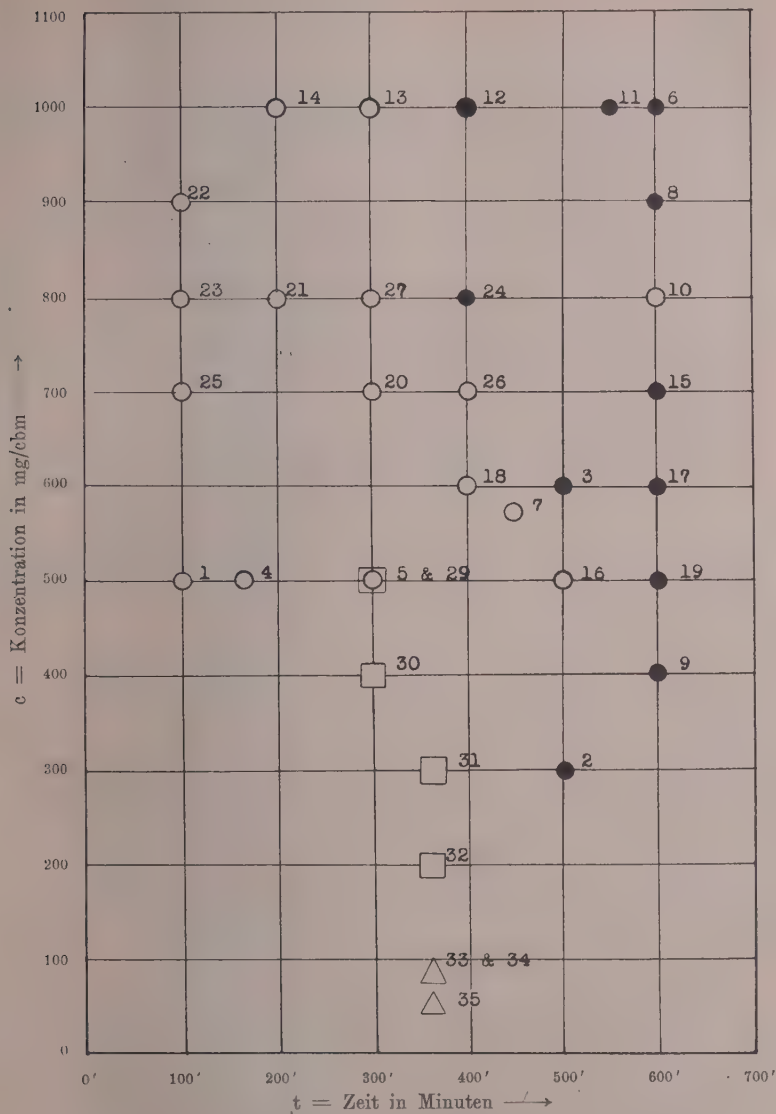
°C	g/cbm	°C	g/cbm	°C	g/cbm	°C	g/cbm
- 9	2,54	+ 1	5,20	+ 11	10,03	+ 21	18,35
- 8	2,74	+ 2	5,57	+ 12	10,68	+ 22	19,45
- 7	2,95	+ 3	5,96	+ 13	11,37	+ 23	20,60
- 6	3,17	+ 4	6,37	+ 14	12,09	+ 24	21,80
- 5	3,41	+ 5	6,80	+ 15	12,85	+ 25	23,07
- 4	3,66	+ 6	7,27	+ 16	13,65	+ 26	24,40
- 3	3,93	+ 7	7,76	+ 17	14,50	+ 27	25,80
- 2	4,22	+ 8	8,28	+ 18	15,40	+ 28	27,24
- 1	4,52	+ 9	8,83	+ 19	16,33	+ 29	28,78
+ 0	4,85	+ 10	9,41	+ 20	17,31	+ 30	30,39

Da die Nebel aber meist nur den 100. oder 1000. oder einen noch geringeren Teil der genannten Höchstkonzentration, nämlich 1 g bzw. 0,1 g oder darunter im Kubikmeter enthalten, so erhält hieraus obige Behauptung wohl hinreichende Stützung.

In den vorgesehenen Versuchen wurde trotz vorstehender Überlegungen betr. der Unschädlichkeit von Schwefeltrioxyd für den assimilatorischen Apparat vorsichtshalber zwischen Tages- und Nachtversuchen unterschieden. Es wurde dadurch zugleich physiologisch nachgeprüft, ob tatsächlich — wie die Herstellerin angibt — keinerlei Schwefeldioxyd in der Nebelsäure vorhanden ist, bzw. bei der Verdampfung entsteht.

Im allgemeinen werden zwar in der Praxis Frostschutzvernebelungen während der Nacht überwiegen; doch ist, wie eingangs erläutert, damit zu rechnen, daß gelegentlich auch versucht werden wird, starke morgendliche Sonneneinstrahlung nach kalten Nächten zu verhüten. Auch aus diesem Grunde erschien die Einschaltung von Tagesversuchen in den Versuchsplan geboten. Fernerhin war es hierdurch möglich, sofern die Tagesergebnisse mit den Nacht-ergebnissen übereinstimmten, fast die doppelte Zahl der sonst möglichen Versuche durchzuführen und somit schneller zum Ziel zu kommen.

Da über die bei den Versuchen zu erwartenden bzw. im ungünstigsten Falle überhaupt möglichen eigentlichen Säure- (H_2SO_4 -) Konzentrationen keinerlei Unterlagen zu erlangen waren und weder optische, noch chemische, noch photochemische Methoden zu ihrer



Zeichenerklärung:

A. Versuche mit einmalig entwickelten Nebeln: ○ Tagesversuche,

● Nachtversuche.

B. □ Versuche mit strömenden Nebeln,

C. △ Versuche mit periodisch entwickelten Nebeln.

Die Zahlen neben den Zeichen geben die Nummer der betreffenden Versuche an.

Abb. 4. Tabellarische Übersicht über sämtliche bisher durchgeführten Nebelversuche nach Konzentration (c) und Zeit (t).

Bestimmung zunächst bekannt waren, wurden die Prüfungen in der Art aufgenommen, daß die beiden Faktoren „Zeit“ = t und „Konzentration“ = c zunächst rein empirisch stufenweise variiert wurden. Mit anderen Worten wurde in einem Koordinatensystem der Faktor „Zeit“, von 100 zu 100 Minuten fortschreitend, auf der Abszisse und der Faktor „Konzentration“ entsprechend auf der Ordinate, von 100 zu 100 mg fortschreitend, eingetragen (vgl. Tabelle Abb. 4).

Die Konzentration wurde dabei nach dem Vorgang von Haber und Flury (a. a. O.) in Milligramm des zu prüfenden Stoffes pro Kubikmeter Rauminhalt ausgedrückt. Es wurde eine bestimmte Tropfenzahl Nebelsäure, von der durch wiederholte Wägungen das mittlere Tropfengewicht zu 0,0353 g festgestellt wurde, in dem Gasraum zur Verdampfung gebracht. Selbstverständlich wurde für alle Versuche stets das gleiche Tropfglas benutzt.

Die Dichte der Nebel wurde behelfsmäßig derart kontrolliert, daß eine sog. Lesetafel, wie sie in der Augenheilkunde zur Feststellung der Sehschärfe benutzt wird, hinter den aus klarem Glas gefertigten Glaswürfel gestellt wurde und mit ihrer Hilfe die jeweilige relative Dichte der Nebel geschätzt wurde.

Auch über die Dichte (Konzentration) der im freien Gelände aus Nebelsäure und Kalk entwickelten SO_3 -Nebel existierten zunächst noch keinerlei Anhaltspunkte. Nach dem Urteil verschiedener erfahrener Chemiker liegen die in den Nebeln enthaltenen Säuremengen an der unteren Grenze jener Werte, die auf dem Wege einer quantitativen Analyse erfaßt werden können. Reichen doch nach Regener (nach Freundlich, a. a. O. S. 1076) für militärische Tarnungszwecke bereits Konzentrationen von 20–25 mg SO_3 im cbm, also von 1 : 40–50000000 oder 1 g SO_3 in 40–50 cbm aus. Derartige Nebel sind also noch völlig undurchsichtig.

Es wurde zunächst durch Tastversuche festgestellt, ob bei extrem hohen Konzentrationen überhaupt Schädigungen eintreten und welcher Natur diese sind. Dabei wurde mit relativ langen Versuchszeiten begonnen, da in der Praxis diese Verhältnisse am ehesten vorkommen werden: indem in Frostnächten nicht nur 1 bis 2 Stunden, sondern wohl stets 6, ja sogar 10 Stunden hindurch Nebel erzeugt werden muß und auch, wie bereits gesagt (Trappmann, a. a. O.), damit zu rechnen ist, daß gelegentlich bis in die ersten Morgenstunden hinein genebelt wird. Die ersten Versuche gingen deshalb von einer Einwirkungsdauer von 10 Stunden

= 600 Minuten aus. Die relative Feuchtigkeit der Luft in den Versuchsräumen wurde bei allen wichtigeren Versuchen mit einem von der Hamburger Wetterdienststelle geprüften Aspirations-Psychrometer nach Assmann ermittelt. Eine Tabelle zur Errechnung der entsprechenden absoluten Werte findet sich auf Seite 270. Über die einzelnen Versuche wurde nach folgendem Muster genau Protokoll geführt:

Versuch Nr. 13. T. (= Tagesversuch).

Datum: 20. 9. 1930.

57 Tropfen zu je 0,0353 g in 2 cbm = 2,011 g in 2 cbm

also c = 1005 mg/cbm

t = 9 Uhr 25 bis 14 Uhr 25 = 300 Minuten

$c \times t = 301\,500$.

Anfangstemperatur am trockenen Thermometer = + 17,1° C

" " feuchten " = + 15,6° C

Relative Feuchtigkeit = 86 %

Absolute " = 12,55 g/cbm

Versuchspflanzen	B e f u n d		
	nach 24 Stunden	nach 3 Tagen	nach 12 Tagen
1 Klee	3—4	3	2—3
1 <i>Pyrethrum</i>	3—4	3	2—3
1 <i>Picea excelsa</i>	1	1	1
1 <i>Abies Dougl. viridis</i>	1	1	1

Bemerkung: Die obersten drei Zahlenreihen der an der Rückwand des Versuchsraumes befestigten Schschärfentafel sind eine Stunde nach Versuchsbeginn bereits erkennbar.

In dem vorstehenden Muster eines Versuchsprotokolls, sowie in der nachstehenden Zusammenstellung der Ergebnisse (Tabelle) der in dieser Versuchsgruppe durchgeführten 27 Versuche bedeutet:

- 1 = keine Schädigung,
- 2 = schwache Schädigung,
- 3 = mittlere Schädigung,
- 4 = starke Schädigung,
- 5 = sehr starke Schädigung.

Zusammenstellung der Ergebnisse

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Versuchs-Nr.	1	25	23	22	2	21	14	20	27	9
Tageszeit	T.	T.	T.	T.	N.	T.	T.	T.	T.	N.
$c \times t$ 1000	50	69	80	91	150	160	201	210	238	240
Rel. Feuchtigkeit . . .	83 %	81 %	94 %	75 %	?	82 %	91 %	69 %	91 %	87 %
Abs. Feuchtigkeit g/cbm .	13,48	9,27	8,74	8,69	?	10,73	10,10	9,20	7,20	9,77
<i>Abies Dougl.</i>					1					
<i>Picea exc.</i>			1			1				
„ <i>sitkaens.</i>	1	1		1			1	1		
Rosenblüten	1									
S.-Aster	1									
<i>Montbretia</i>					1			1		
<i>Pelargonía</i>						1				1
<i>Levkoja</i>										
<i>Tropaeol. maj.</i>	1									
<i>Fragaria vesc.</i>						1				
<i>Fuchsia</i>						1	3—4			1
<i>Trifol. prat.</i>	1	2	1	2						
<i>Pyrethrum</i>		1	3	2		3	1			
<i>Primula obe.</i>								2—3		
<i>Tilia parv.</i>										
„ <i>grand.</i>									3	
<i>Carpin. bet.</i>									2	
<i>Rosa canina</i>				3						
„ <i>incana</i>									4	
<i>Begonia</i>			3				4			
Gerste ca. 10 Tage alt . .										2 ¹⁾

¹⁾ Spitzenschäden.

In der nachstehenden Tabelle sind links die benutzten Versuchspflanzen, rechts das Verhalten derselben bei den einzelnen „ $c \times t$ -Produkten“ (Flury, a. a. O.) angegeben.

Der Verlauf der unteren Schädlichkeitsgrenze ließ bald erkennen, daß bei dieser Versuchstechnik die verabfolgte Anfangskonzentration von viel größerem Einfluß ist als die Einwirkungsdauer.

Die Schädigung, die in deutlich sichtbarer Form meist erst am Folgetage erkennbar ist, besteht in einer mehr oder weniger umfangreichen Verätzung der Blattflächen. In schweren Fällen

der Versuche Nr. 1—27 der Gruppe A.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
18	16	26	7	19	3	13	24	17	12	15	10	8	11	6
T.	T.	T.	T.	N.	N.	T.	N.	N.	N.	N.	T.	N.	N.	N.
240	247	275	282	296	300	302	318	360	402	416	476	543	563	593
79 %	84 %	88 %	95 %	87 %	?	86 %	90 %	91 %	95 %	88 %	92 %	95 %	95 %	81 %
11,39	10,28	6,88	14,37	10,72	?	12,55	7,85	10,94	9,95	10,64	10,79	10,74	10,60	9,27
1	1				1	1	1			1				
1					1	1		1		1				
	1													
	1 ²⁾												3 ²⁾	
									1					
											2			
											2			
			1—2									3—4		
1	1—2		2—1	1		2 3	3	1	2—3	1	2	2	3	
1	2			1	1	2—3		2	3—4	3	2		3	
														3—4
		2—3												
		2—3												
		2—3												
		4												
3				3			4	3						
			2									3—4		4(5)
										2—3				

²⁾ Verwelkt. — ³⁾ Sorte Mignon

zeigen größere Teile der Blattspreite bis an die Hauptnerven heran glasige „ölfleckenartige“ Verfärbungen. Im Zusammenhang hiermit zeigen sich mehr oder weniger starke Welkeerscheinungen (Abb. 5). Bei manchen Pflanzenarten fallen die Blätter ab (Abb. 6); bei anderen derberen können Überdosierungen stecknadelkopfgroße Bräunungen bewirken.

Es zeigte sich deutlich, daß die verschiedenen Pflanzengattungen verschieden resistent sind. Am besten überstehen Koniferen die Behandlung selbst mit relativ hohen Säurekonzentrationen. Es folgen Pflanzen, deren Blätter derb, wachsig und

wasserarm sind; am empfindlichsten sind zarte, wasserhaltige Blattorgane, wie solche der Begonie, *Primula obconica* u. ä.

Zunächst mag die Behauptung, lebende Pflanzen und Pflanzenteile würden durch tropfenförmige ca. 60% ige Schwefelsäure nicht beschädigt, ja überhaupt kaum glaubhaft erscheinen, zumal beispielsweise Metall durch eine derartig starke Säure bereits stark angegriffen wird. Es ist zwar bekannt, daß Pflanzen gegen



phot. Hauptfleisch

Abb. 5. *Pelargonium zonale*.

Links: unbehandelt; rechts: nach Versuch Str. 28. T.

Säuren empfindlich sind. Jedoch liegen auch Veröffentlichungen vor, die beweisen, daß manche Pflanzen recht ansehnliche Säurekonzentrationen vertragen. So sind nach Morettini (nach Hollrung, a. a. O.) zur Abtötung beispielsweise von Ackersenf, Möhre, Ackerhahnenfuß u. a. 1000 l einer 10% igen Schwefelsäurelösung je Hektar erforderlich und für Liliaceen- und *Medicago*-Arten und alle Gräser ist diese Behandlung noch nicht einmal tödlich. Hierbei handelte es sich allerdings um die endgültige Abtötung der ganzen Pflanze.

Nach Leibbrandt (a. a. O.) möchte man sogar annehmen, daß die pflanzliche Epidermis gegen Säuren noch etwas widerstands-

fähiger ist als gegen Alkalien. Scheiden doch viele Pflanzen, wie z. B. die Rebe im warmen, wasserdampfgesättigten Raum sogar selbst „stark saure“ Stoffe aus und lösen andererseits gerade Alkalien die einen natürlichen Schutz der Pflanzen darstellende wachshaltige Kutikula mehr oder weniger auf (Müller, K.-Freiburg, a. a. O.). Chemisch besteht dieses kutikulare Pflanzenwachs nach Etard (a. a. O.) aus einem Gemisch von hoch molekularen Fettsäureestern mit freien Fettsäuren.



phot. Hauptfleisch

Abb. 6. *Begonia semperflorens*.

Links: unbehandelt; rechts: nach Versuch Str. 28. T.

Von der Natur ist die wachsdurchsetzte Kutikula „vorgesehen“, um die Pflanze gegen Wasserverluste durch Verdunstung zu sichern, auch scheint sie ein Schutzmittel gegen das Ansiedeln von Krankheitserregern auf der Pflanze und deren Eindringen in dieselbe zu sein. Die Wachsschicht ist bei den verschiedenen Pflanzenarten von sehr wechselnder Stärke und im allgemeinen bei den Gewächsen heißer und trockener Gegenden besonders stark ausgebildet. Durch freie Säuren wird sie im allgemeinen weniger angegriffen als durch freies Alkali, wie aus den Versuchen von

Leibbrandt (a. a. O.) und anderen hervorgeht. Diese Tatsache scheint der Verwendung von Säurenebeln zu Frostschutzzwecken günstig zu sein. Im vorliegenden Falle ist die relative Harmlosigkeit der Säurenebel sicherlich auf die außerordentliche Kleinheit der Nebeltröpfchen zurückzuführen (vgl. hierüber S. 263): entstehen doch nach Stampe (a. a. O.) aus 1 ccm Nebelstoff etwa 1 Billion Teilchen! Die Pflanze kommt also nur mit einer äußerst geringen Nebelsubstanz- (= Säure-) Menge in Berührung.

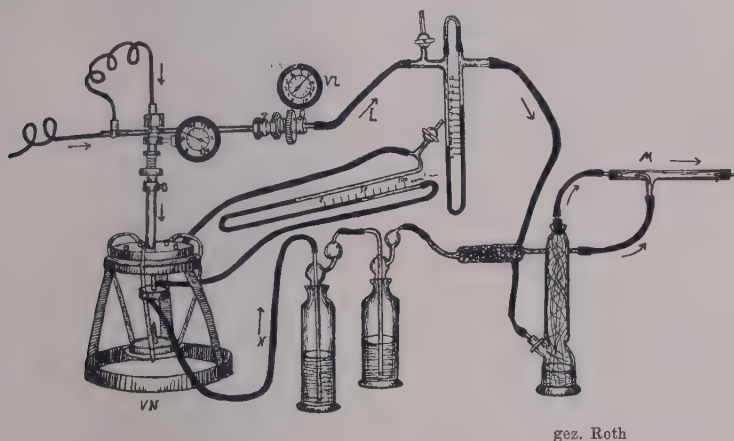
Schon durch den Augenschein ist festzustellen, daß Nebel, die zu Versuchsbeginn den Gasraum völlig undurchsichtig machen, sich nach etwa 5—6 Stunden völlig niedergeschlagen haben (siehe oben!). Sie sind schwerer als Luft, und es findet somit zweifellos ein starker Konzentrationsabfall statt. Durch Versuche mit einem Zeißschen Nephelometer wurde dann auch seitens des Torpedo-Laboratoriums Kiel festgestellt, daß die zunächst entwickelte Nebelkonzentration bereits innerhalb einer halben Stunde auf etwa die Hälfte absinkt. Bei Versuchszeiten von mehreren Stunden Dauer spielt infolgedessen der Faktor „Zeit“ eine immer geringere Rolle bzw. spiegelt sich der Faktor „Konzentration“ fast nur noch im Sinne einer Anfangskonzentration in der Wirkung wider. Dieses Absitzen des Nebels hat nach Stampe (a. a. O.) meist seinen Grund in einer Zunahme der Teilchengröße. Die einzelnen Nebeltröpfchen führen nämlich auch in völlig stiller Luft eine spontane hin- und herpendelnde Bewegung (sog. Brownsche Molekularbewegung) aus, und zwar ist diese Zickzackbewegung um so lebhafter, je kleiner das Teilchen ist. So prallen hier und da die Tröpfchen zusammen und fließen ineinander. Dadurch kann die Teilchengröße soweit ansteigen, daß der Nebel nun durch seine „Schwere“ zum Sinken kommt.

B. Versuche mit strömenden Nebeln.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß zur weiteren Klärung des phytotoxischen Verhaltens der Säurenebel eine besondere Apparatur, die eine laufende Durchströmung gestattet, benutzt werden mußte. Eine derartige im Anschluß an die Versuche mit „fallenden“ Nebeln im Winter 1930/31 in Betrieb genommene Strömungsapparatur wurde in wechselseitigem Gedankenaustausch mit den Physikern und Chemikern der Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft in Kiel entwickelt (Abb. 7).

Diese Strömungsapparatur beruht im wesentlichen darauf, daß zwei Luftströme, von denen der eine mit Schwefeltrioxyd gesättigt ist, sich in einer Mischkammer „M“ mischen.

Der reine Luftstrom „L“ fließt mit einer konstanten durch Zeigermanometer sowie Quecksilber-Differential-Manometer genau einstellbaren Strömungsgeschwindigkeit von 0—10 l in der Minute. Durch ein in seine Leitung eingeschaltetes Gefäß mit nassem Bims Kies wird er mit Wasserdampf gesättigt.



gez. Roth

Abb. 7. Strömungsapparatur für die Versuche der Reihe C.

Der zweite Luftstrom „N“, dessen Strömungsgeschwindigkeit in analoger Weise, jedoch außerdem durch ein größeres besonders konstruiertes Reduzierventil kontrolliert und reguliert werden kann, fließt nur mit einer Geschwindigkeit von 0—100 ccm in der Minute. Er durchströmt dabei nacheinander eine Wulffsche Waschflasche mit konzentrierter Schwefelsäure zum Zwecke völliger Trocknung, eine Waschflasche, gefüllt mit Nebelsäure und sicherheitshalber noch ein zweites in der Mitte erweitertes Rohr, das mit nebel-säuregetränktem Bims Kies gefüllt ist. Die aus dem letztgenannten Gefäß abströmende Luft ist mit völlig trockenem, farblosem Schwefeltrioxyd (SO₃) gesättigt. Zur Luftzufuhr wurden mangels einer Kompressionsanlage Preßluftflaschen benutzt.

Da das Reduzierventil „VN“ der Apparatur durch die Leitung „N“ maximal 100 ccm = 0,1 l Luft in der Minute strömen läßt und 1 l Luft nach experimenteller Feststellung von Ulrich Müller,

Kiel, bei $+15^{\circ}$ C ca. 100 mg Nebelsäure fortführt, so strömen in der Minute maximal 10 mg Nebelsäure durch die Leitung „N“.

Die Leitung „L“ dagegen läßt bei der Strömungsgeschwindigkeit von 10 l/Minute das 100 fache Volumen an wasserdampf-gesättigter Luft durchströmen.

Stellen wir nun beispielsweise das Ventil „VL“ auf den Strömungswert 10 l/Minute ein, so beträgt die SO_3 -Konzentration des Nebelstromes nach erfolgter Mischung in der Mischkammer „M“ = 10 mg SO_3 + 100 ccm Luft in 10 l Luft = rund 1000 mg SO_3 /cbm (genau 909 mg/cbm), also die in den Versuchen mit sinkenden Nebeln benutzte Höchstkonzentration.

Die in der Mischkammer sich bildenden Nebel werden zur Vornahme der phytotoxischen Prüfungen in eine Nebelkammer geleitet, die jedoch wesentlich kleiner gehalten ist, als jene bei den stationären Versuchen, da der dauernde Nachstrom von frischen Nebeln die Oberflächenabsorption beseitigt, bzw. praktisch nicht zur Auswirkung gelangen läßt. Dieser neue Versuchsraum erhielt darum nur einen Rauminhalt von 100 l = 0,1 cbm. Ein in den Abzug geleitetes Abflußrohr läßt die überschüssigen Nebel abströmen.

Selbstverständlich muß die Apparatur erst etwa 15–20 Minuten laufen (Vorströmung), bevor die beabsichtigte Konzentration in der Nebelkammer als vorhanden anzusehen ist.

Bei den Versuchen mit strömenden Nebeln gingen wir von der bei den stationären Nebelversuchen als unschädlich ermittelten unteren Grenzkonzentration aus. Es zeigten sich dabei jedoch starke Schädigungen, so daß wir mit den Nebeldichten mehr und mehr herabgingen, um schließlich bei ca. 200 mg Nebelsäure im Kubikmeter keine Schädigungen, auch bei zarten Pflanzen, mehr zu beobachten.

Im einzelnen wurden bei den Strömungsversuchen folgende Beobachtungen gemacht:

Versuch Str. Nr. 28 T. (= Tagesversuch).

Vorströmung: 20 Minuten; Versuchsdauer: 300 Minuten.

Temperatur am trockenen Thermometer	=	$+13,7^{\circ}$ C,
„ „ feuchten „	=	$+18,6^{\circ}$ C,
Relative Feuchtigkeit	=	58%,
Absolute „	=	6,88 g/cbm,
Strömungsgeschwindigkeit „N“	=	25 ccm/Minute,
„ „ „L“	=	5000 ccm/Minute.
Konzentration = 500 mg/cbm.		
$c \times t = 150000.$		

Bei diesem ersten Versuch erfolgte die Einleitung des Nebelstromes am Boden des 100 l-Versuchskastens. Schon die oberflächliche Kontrolle der Nebeldichte mit der auf S. 272 erwähnten Lesetafel ergab, daß diese Anordnung keine brauchbaren Ergebnisse zeitigen konnte. Die Nebel blieben infolge ihrer Schwere fast ganz im Versuchsraum liegen und verdichteten sich darin, besonders am Boden, mehr und mehr, anstatt durch die Öffnung am Deckel, entsprechend dem Zustrom, zu entweichen. Die in diesem Versuch benutzte Begonie wurde infolgedessen schwer beschädigt (vgl. Abb. 6).

Bei dem folgenden Versuch Str. Nr. 29 T. wurde darum, umgekehrt wie bei Versuch Str. Nr. 28 T., der Nebelzustrom oben nahe dem Deckel vorgenommen und der Abzug nahe dem Boden. Optisch und nach dem phytotoxischen Ergebnis dürfte diese Anordnung hinreichend richtige Konzentrationsverhältnisse ergeben. Im einzelnen betrug die:

Vorströmung: 20 Minuten; Versuchsdauer: 300 Minuten.

Temperatur am trockenen Thermometer	=	+ 19,5° C,
„ „ feuchten „	=	+ 17,9° C,
Relative Feuchtigkeit	=	86 %,
Absolute „	=	14,47 g/cbm,
Strömungsgeschwindigkeit „N“	=	25 ccm/Minute,
„ „L“	=	5000 ccm/Minute.
Konzentration = 500 mg/cbm.		
$c \times t = 150000.$		

Die benutzte *Begonia fuchsoides* zeigte am nächsten Tag ganz geringe Rollungen an vereinzelt Blättern.

Ein dritter Strömungsversuch mit einer Pflanze derselben Art ergab unter folgenden Versuchsbedingungen:

Vorströmung: 20 Minuten; Versuchsdauer: 300 Minuten.

Temperatur am trockenen Thermometer	=	+ 17,0° C,
„ „ feuchten „	=	+ 15,5° C,
Relative Feuchtigkeit	=	86 %,
Absolute „	=	12,47 g/cbm,
Strömungsgeschwindigkeit „N“	=	25 ccm/Minute,
„ „L“	=	5000 ccm/Minute,

also einer Konzentration von nur 400 mg/cbm ($c \times t = 120000$), nach 24 Stunden auch noch geringe Schädigungen in Form von Blattrollungen und Abfallen einzelner Blätter.

Die beiden folgenden und letzten Versuche dieser Art erfolgten mit Konzentrationen von 300 und 200 mg/cbm bzw. c \times t-Produkten von 108000 und 72000. Die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse dieser Versuche Nr. Str. 31 T. und Nr. Str. 32 T. waren praktisch die gleichen wie bei Str. 28—30 T. Das phytotoxische Ergebnis war:

Versuchspflanzen	Konzentration		
	300 mg/cbm		200 mg/cbm
	Befund		
	nach 24 Std.	nach 72 Std.	nach 24 Std.
<i>Cineraria</i>	Ohne Befund	Schwache Randkräuselung	—
<i>Cyclamen</i>	Ohne Befund	Ohne Befund	—
<i>Primula obconica</i> . .	Welk	Wieder straff, jedoch Blattspreiten glasig	Ganz schwache Schädigung

Zusammenfassend ist also als Ergebnis der Strömungsversuche zu sagen, daß sehr empfindliche Pflanzen vom Typ der *Primula obconica* bei Konzentrationen von etwa 200 mg/cbm und darüber bereits gefährdet sind.

C. Versuche mit periodischer Nebelentwicklung.

Da die Durchführung der Versuche unter Benutzung von Flaschenpreßluft recht umständlich und kostspielig war, gingen wir schließlich zu einer dritten Versuchstechnik über, bei der wir in einem 50 cbm fassenden praktisch hinreichend gasdichten, für diese Zwecke hergerichteten Druckkörper eines ehemaligen U-Bootes mehrmals hintereinander Nebelsäure verdampften. Die Kurve der Säurekonzentration verlief infolgedessen bei diesen Versuchen in Wellenlinie unter und über einer gedachten mittleren Versuchskonzentration.

Bei dem ersten derartigen Versuch mit periodischer Nebelerzeugung (Nr. C. 33) wurde bei -3°C und einer relativen Feuchtigkeit von 97 % = absolut 5,78 g/cbm zunächst eine Konzentration von 100—110 mg/cbm erzeugt. Nach 90 Minuten war die Konzentration auf 40 mg/cbm gesunken (über die inzwischen ausgearbeitete Meßtechnik vgl. S. 285). Durch erneute Nebelerzeugung wurde wiederum eine Konzentration von 110 mg/cbm erzielt, die

nach abermals 90 Minuten auf 60 mg/cbm gesunken war. Abermaliges Verdampfen von Nebelsäure brachte die Konzentration auf 120 mg/cbm. Dasselbe wiederholte sich 200 Minuten nach Versuchsbeginn (vgl. die untenstehende graphische Darstellung Abb. 8). 600 Minuten nach Versuchsbeginn wurden die behandelten zwei *Primula obconica*-Pflanzen herausgenommen und zusammen mit

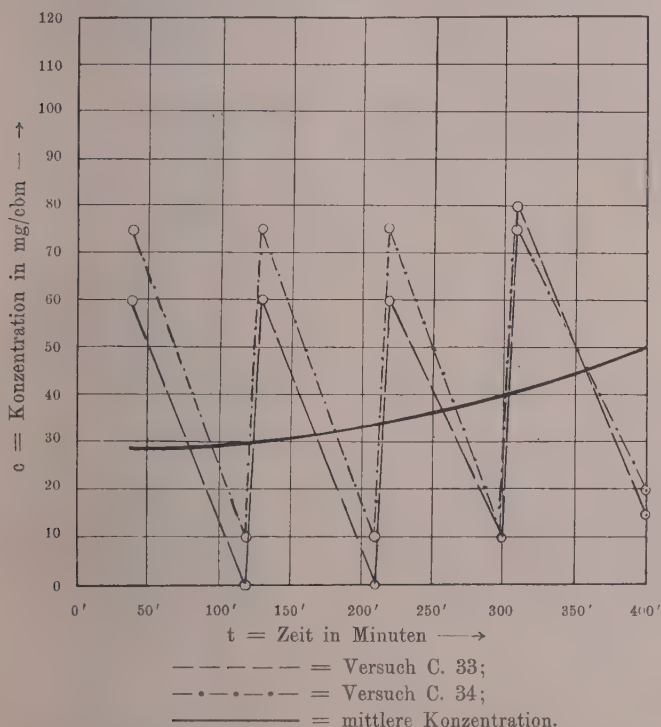


Abb. 8. Konzentrationsverlauf bei den Versuchen C. 33 und C. 34.

zwei unbehandelten Vergleichspflanzen mehrere Tage weiter beobachtet. Es zeigten sich an beiden behandelten Pflanzen deutliche Schädigungen.

Für den zweiten Versuch dieser Art (Nr. C. 34) wurden eingetopfte, junge, zarte Kopfsalatpflanzen, also äußerst empfindliche pflanzliche Gewebe den Säurenebeln ausgesetzt. Die Einwirkungszeit betrug 360 Minuten; den Konzentrationsverlauf gibt die nachstehende Kurve wieder. Als mittlere Konzentration sind etwa 45 mg/cbm anzusprechen (vgl. Abb. 8).

Bei Abschluß des Versuches schmeckten die Salatblätter deutlich sauer ohne zunächst Schädigungen aufzuweisen. (Diese Spuren von Säure wären selbstverständlich durch leichtes Abspülen mit Wasser ohne Schwierigkeiten zu entfernen.) Nach 24 Stunden zeigten sich leichte Ätzflecken auf den Blattspreiten, die sich jedoch nach 5 Tagen nicht vergrößert haben.

Der dritte vorläufig letzte Versuch (Nr. C. 35) benutzte wiederum eingetopfte, junge Salatpflänzchen, die während einer Zeit von 360 Minuten einer Durchschnittskonzentration von ca. 45 mg/cbm ($c \times t$ -Produkt: 16200) ausgesetzt wurden.

Diese Pflanzen erlitten keinerlei Schaden! Die dritte Versuchsreihe C wurde deshalb mit diesem Versuch zunächst abgeschlossen.

Schluß.

Kritik der Versuche.

Wie gesagt wurden die Versuche zunächst abgebrochen, obgleich die „Nebelsäure“ und die aus ihr entwickelten Säurenebel noch eine Fülle wissenschaftlich interessanter und praktisch wichtiger Probleme bietet.

Ziel der Versuche war Anhaltspunkte über die Schädlichkeit der in der Praxis vorkommenden Säurenebel-Konzentrationen zu erlangen, um gegebenenfalls schon im Frühjahr 1931 im Großen zu nebeln. Dies wurde durch drei verschiedenartige Versuchsreihen zu klären versucht:

- A. durch Versuche mit einmalig zu Versuchsbeginn entwickelten Nebeln,
- B. durch Versuche mit strömenden Nebeln,
- C. „ „ „ periodisch erzeugten Nebeln.

Es zeigte sich dabei, daß die Dauer der Einwirkung i. a. von geringerem Einfluß ist als die absolute Konzentration.

Damit kommen wir auf den schwierigen Begriff der Nebeldichte bzw. Säurekonzentration, dessen Feststellung der Angelpunkt für die Gesamtbeurteilung der Schädlichkeitsfrage ist; zu der Kardinalfrage: Welche Konzentration kann unter normalen oder unter ungünstigsten Umständen bei Einhaltung der Gebrauchsvorschriften der Herstellerin auftreten?

(Chemisch-analytische Methoden wurden bisher nicht erprobt. Es ist schon oben kurz erwähnt, daß optische Methoden augen-

ärztliche Sichttafel und Nephelometer) zur behelfsmäßigen Konzentrationsbestimmung benutzt wurden. Ihre Verwendung im Freien war aber praktisch unmöglich. Um so wertvoller war für den vorläufigen Abschluß der Versuche darum ein inzwischen von Ulrich Müller, Kiel, ausgearbeitetes Blaulicht-Meßgerät, mit dessen Hilfe direkte Konzentrationsbestimmungen von hinreichender Genauigkeit innerhalb eines empirisch geeichten Meßapparates von 30—200 mg/cbm möglich sind.

Mit der neuen Meßvorrichtung kamen wir einen entscheidenden Schritt vorwärts: denn was nützen uns alle Erhebungen über die für Pflanzen erträglichen Höchstkonzentrationen, wenn wir nicht wissen, welche evtl. gefahrbringenden Höchstkonzentrationen unter ungünstigsten Umständen im Freien entstehen können!

Nach Ulrich Müller, Kiel, wurden mit dem neuen Meßgerät bei Freilandversuchen in Trier Anfangskonzentrationen von höchstens 30 mg/cbm festgestellt, und zwar bei Abständen zwischen 10—120 m von der Nebelquelle.

Diese Zahlen dürften der Wirklichkeit nahe kommen; denn bei einem im Frühjahr 1930 bei der Firma Pein & Pein G. m. b. H., Großbaumschulen, Halstenbek durchgeführten nächtlichen Großversuch ergab die anschließende Beobachtungszeit trotz großer subjektiv festgestellter Dichte nicht die geringsten Schädigungen selbst bei Jungpflanzen¹⁾. Die Nebel wurden auch bei dem Halstenbeker Versuch mit dem üblichen Kalkgerät der Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft erzeugt und waren so dicht, daß sie das Durchfahren derselben im Lichte der Autoscheinwerfer unmöglich machten. Nur in nächster Nähe der Nebelquelle ergab sich bei diesem Großversuch ein schwacher Hustenreiz, woraus zu schließen ist, daß hier die Konzentration etwa 20 mg/cbm betrug; denn bei dieser Konzentration beginnt etwa der Hustenreiz²⁾. Bei 60—100 mg/cbm erlitten wir bei den Versuchen der Gruppe C bereits heftige, krampfartige Hustenreize. Diese Schleimhautreizung stellt also eine rohe physiologische Meßmethode dar.

Hieran anknüpfend sei mir eine kurze theoretische Schätzung gestattet. Nach den Angaben der Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft führt, wie bereits mehrfach erwähnt, 1 l Luft beim

¹⁾ Dasselbe zeigte sich bei weiteren Großversuchen am gleichen Ort im Frühjahr 1931.

²⁾ Nach Dorsch (nach Flury-Zernik a. a. O., S. 146) bereits bei etwa 4—6 mg/cbm!

Strömen durch Nebelsäure bei $+ 15^{\circ}\text{C}$ ziemlich genau 100 mg SO_3 fort. Auf den Kubikmeter umgerechnet wäre also bei einer Konzentration von 100000 mg = 100 g/cbm der oberste Grenzwert der Nebeldichte, die völlige Sättigung, erzielt.'

Diese Konzentration wird demnach im ungünstigsten Falle auch in der Praxis, in unmittelbarer Nachbarschaft der Entwicklungsstelle, angenommen werden können.

Zweifelloos findet nun im Freien beim Fortströmen der Luft, sei es passiv durch seitliche Winde, sei es zunächst nach oben, infolge der Erwärmung bei der Entwicklung der künstlichen Nebel durch Auftropfenlassen der Nebelsäure auf Kalk ein starker Konzentrationsabfall statt. Nehmen wir auch nur eine Ausbreitung der Nebelwolke auf 100 cbm an, d. h. also, stellen wir uns vor, die anfänglich in 1 cbm enthaltene Nebelmasse zöge seitwärts 99 m weiter, ohne mehr als 1 qm Querschnittfläche anzunehmen, so säne damit die gefährliche Anfangskonzentration von 100 g/cbm bereits auf 1 g/cbm.

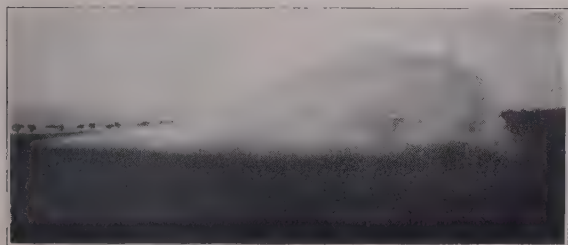
Nun ist aber mit geradezu absoluter Sicherheit anzunehmen, daß der Nebelstrom sich über einen größeren Raum als in eine horizontale Säule von 1 qm Querschnitt und 100 m Länge ausdehnt. Die Nebelwolke dürfte vielmehr — wenigstens für die ersten 100 m — etwa die Gestalt einer liegenden Pyramide etwa mit einer senkrecht stehenden Grundfläche von mindestens 5×5 m bei 50 m Höhe = 625 cbm annehmen. An der Spitze dieser liegenden Pyramide wäre die Nebelquelle zu denken. Erfahrungsgemäß erhebt sich die etwas warme Nebelwolke übrigens auch zunächst etwa 5—10 m in die Höhe, um dann erst, der Windrichtung folgend, wieder herabzusinken und somit mit den Pflanzen in Berührung zu kommen (Abb. 9).

Nimmt man also anstelle von 100 cbm auch nur eine Erfüllung von ca. 600 cbm Luftraum an, so sinkt die gefährlich hohe Anfangskonzentration von 100 g/cbm bereits auf eine solche von 0,17 g = 170 mg/cbm, kommt damit aber schon in ein Gebiet, das nur noch für gewisse Pflanzenarten gefahrbringend erscheint.

Wenn schließlich unter ungünstigsten Verhältnissen ein hochkonzentrierter Schwaden unzerteilt etwa 50 m weit ziehen sollte, (soviel Abstand schreibt die Herstellerin vor), so wird diese Wolke sicher nur relativ kurze Zeit in genau gleicher Richtung dahinströmen. Es ergibt sich somit nur ein niedriges $c \times t$ -Produkt, indem der zur Erzielung tödlicher bzw. schädlicher Wirkungen

erforderliche Faktor t also gewiß stets sehr klein bleibt. Bei nassen Pflanzen könnte allerdings unter Umständen eine Säureanreicherung in den Wassertropfen stattfinden.

Eine andere von Ulrich Müller, Kiel, aufgestellte Schätzung geht folgenden Gedankengang: „Nehmen wir an, daß auf einer Front von 1 km zwanzig kleine Frostschutzgeräte arbeiten und eine Windgeschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ m in der Sekunde herrscht, so ergibt sich: Jeder Apparat entwickelt pro Minute 200 g SO_3 . Bei der genannten Front werden also $20 \times 200 \text{ g} = 4000 \text{ g}$ Nebel der Atmosphäre im Zeitraum einer Minute zugeführt. Da die Wolke in einer Minute 30 m vorschreitet, wird sie nach 10 Minuten 300 m gewonnen haben. Sie wird also nach 10 Minuten eine Fläche von



phot. Müller

Abb. 9. Zug der Nebelwolke bei fast völliger Windstille.

300 000 qm bedecken. Bei einer Wolkenhöhe von 5 m wird also die Wolke 1 500 000 cbm einnehmen. Da in der gleichen Zeit die Apparate $10 \times 4000 \text{ g} = 40 \text{ kg SO}_3$ verdampft haben, werden diese 40 kg $\text{SO}_3 = 40 000 000 \text{ mg}$ in einem Raum von 1 500 000 cbm verteilt haben, d. h. in der Wolke wird eine durchschnittliche Konzentration von 26,6 mg/cbm herrschen. Diese Konzentration dürfte daher die in der Frostschutzwolke anzunehmende sein.“

Hilgendorff (a. a. O.) hat kürzlich im Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst über seine Versuche mit künstlichen Säurenebeln berichtet. Er zeigt sich nicht sehr optimistisch. Setzen wir jedoch die von Hilgendorff benutzten recht hohen Konzentrationen mit unseren Zahlen in Vergleich, so wundert uns dies nicht. Hilgendorff verdampfte in 65 cbm Gewächshausraum periodisch insgesamt 75—130 ccm Nebelsäure. Er erzielte dabei Höchstkonzentrationen von mindestens 750 mg/cbm, also Nebelkonzentrationen, die ein Mehrfaches der von uns als zulässig er-

kannten Höchstkonzentrationen darstellen. In diesem Sinne wurden die Hilgendorffschen Versuche durch unsere Versuchsergebnisse bestätigt. Nur sind wir im Gegensatz zu Hilgendorff der Ansicht, daß in der Praxis — bei Einhaltung eines entsprechenden Abstandes von der Nebelquelle — im allgemeinen keine nennenswerten Verbrennungs- (Ätz-) Schäden auftreten dürften. Das von Hilgendorff anfangs benutzte Spritzverfahren scheidet selbstverständlich für die Frostschutzpraxis vollständig aus, da die hierbei erzeugten Säuretröpfchen viel zu groß sind. Die bei dem „Kalk“-Verfahren erzeugten Nebeltröpfchen sind unendlich viel kleiner und infolgedessen harmloser.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend ist als vorläufiges Ergebnis der im Winterhalbjahr 1930/31, also infolge der Vegetationsruhe unter sehr erschwerenden Versuchsbedingungen, durchgeführten Nebelversuche zu sagen, daß

1. (H_2SO_4 -) Säurenebel kein Atmungsgift für Pflanzen sind, in gewissen höheren Konzentrationen jedoch mehr oder weniger schwere Ätzschäden hervorrufen können;
2. als besonders säureempfindlich die Blätter wasserreicher, sowie gewisser rauh behaarter Pflanzen- (*Begonia*, *Primula*, *Alnus*, *Lactuca*) gattungen anzusehen sind;
3. Coniferen praktisch ungefährdet sind; da sie sehr hohe Konzentrationen auch lange Zeit hindurch vertragen;
4. tropfbarflüssiges Wasser auf Blättern, z. B. an den Spitzen von jungem Getreide zu einer Säureanreicherung und damit Gefährdung der betr. Stelle führt;
5. Nebel von 10—20 mg/cbm noch hinreichend dicht erscheinen, um in mehrere Meter dicker Schicht frostverhindernd zu wirken (weitere Feststellungen hierüber gehörten jedoch nicht zu unserer Aufgabe);
6. Spritzgeräte nach den bisherigen Erfahrungen zur Erzeugung von Frostschutznebeln völlig ungeeignet erscheinen;
7. bei Vernebelungen ein Mindestabstand von 100 m von den nebelerzeugenden Geräten anzuraten ist und bei gewissen Pflanzenarten ein noch größerer Abstand geboten erscheint;
8. schließlich — allerdings unter Ablehnung einer Schadenersatzpflicht! — normalerweise, bei sachgemäßer Handhabung der

Nebelapparatur, keine Ätزشäden eintreten dürften, zumindest nicht in einem Umfange, der den ohne Einnebelung eintretenden Frostschäden auch nur annähernd entspricht;

9. über den Einfluß von Säurenebeln auf die Obstblüte sowie auf Kartoffelpflanzen und Rebstöcke während der zur Verfügung stehenden Wintermonate leider keine Erfahrungen gesammelt werden konnten;
10. eine allgemeine Empfehlung des neuen Verfahrens nach einer derart eingeschränkten winterlichen Prüfungszeit naturgemäß noch verfrüht wäre, daß es dagegen geboten erscheint, im kommenden Frühjahr größere Feldversuche unter wissenschaftlicher Kontrolle, sowohl in meteorologischer als auch in pflanzenärztlicher Hinsicht durchzuführen und dabei noch einige weitere praktisch wichtige Fragen zu klären. Von besonderem Interesse sind eingehendere Konzentrationsbestimmungen und Messungen der Tröpfchengrößen.

Es lag in der Natur dieses Berichts, daß nur solche Versuchspflanzen bildlich dargestellt wurden, die Schädigungen erlitten hatten.

Abgeschlossen Kiel, den 31. 3. 1931.

Literaturhinweise.

1. Amann, H., Untersuchungen über die thermische Schutzwirkung von Deckgittern im Pflanzengarten. Forstw. Centralbl. 1929, S. 249. Ref.: Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz, **40**, 1930, S. 559.
2. Dümmler, A., Weinbau u. Kellerwirtschaft, Jahrg. 4, 1925, S. 69.
3. Etard, Compt. rend. 1892. S. 231 u. 364.
4. Flury, F., Der Einfluß der chemischen Konstitution auf die Giftigkeit usw. Zeitschr. f. angew. Ent., **7**, 1921, S. 460.
5. Flury-Zernik, Schädliche Gase. Berlin 1931. S. 98.
6. Freundlich, H., Kapillarchemie. Leipzig 1923.
7. Geßner, A., Weitere Versuche zur Vorhersage von Strahlfrösten auf Grund der Taupunktbestimmung. Weinbau u. Kellerwirtschaft, Jahrg. 9, 1930, Nr. 1.
8. Hilgendorff, Über die Verwendung von Säurenebeln im Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, Jahrg. 11, 1931, S. 9.
9. Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl., 1923, S. 362 u. 372.
10. Keßler, O. W., Der Stand der Frostbekämpfungsversuche im Frühjahr 1930. Der dtsh. Weinb., Jahrg. 9, Nr. 18.
11. Leibbrandt, F., Untersuchungen über die Pflanzenschäden durch arsenhaltige Schädlingsbekämpfungsmittel. Teil I: Über die Ursache der Pflanzenschäden durch Arsenmittel. Anz. f. Schädlingskunde, Jahrg. 6, 1930, S. 142—147.

12. Leibbrandt, F., Die Kutikula der Pflanzen und die Schädlingsbekämpfung. Weinbau u. Kellerwirtschaft, Jahrg. 8, 1929, Nr. 20.
13. Lüstner, G., Bericht der Lehr- und Forschungsanstalt Geisenheim, 1928, S. 21.
14. Lüstner, G., und E. Molz, Schutz der Weinrebe gegen Frühjahrsfröste. Stuttgart 1909.
15. Müller, K. (Freiburg), Ergebnisse von Untersuchungen über Verbrennungsschäden an Reben nach Anwendung arsenhaltiger Mittel. Wein u. Rebe, Jahrg. 11, H. 7.
16. Müller, Ulrich, Gaskampf und Gasschutzmittel. Schlesw.-Holst. Hochschulblätter, Jahrg. 6, 1930, S. 78.
17. Schmidt (Wien), Fröste und Frostbekämpfung im Weinbau. 4. Heft Meteorolog. Vers. über Frostabwehrmittel (Verl. Röder in Oppenheim a. Rh.).
18. Schmidt, Wilh., Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen. Hamburg 1925.
19. Stampe, Gerh., Die Chemie der Nebelmittel. Heerestechnik, Jahrg. 4, 1926, S. 265—275.
20. — Physikalische Eigenschaften des feldmäßig verwandten Nebels und Rauchs. Heerestechnik, Jahrg. 4, 1926, S. 198—203.
21. Stoklasa, J., Beschädigungen durch Rauchgase. Berlin-Wien 1923.
22. Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung. Leipzig 1927. S. 378 u. 111.
23. Wollny, Untersuchungen betr. die Methoden der Vorausbestimmung der Nachfröste. Forsch. a. d. Geb. d. Agrarphysik, 11, S. 133—153. Ref.: Biedermanns Centralbl., 17, 1888, S. 722.

Kleine Mitteilungen.

Die Internationale Pflanzenzüchter-Vereinigung hielt vom 10.—14. Juni 1931 eine Tagung in Berlin ab, auf der nicht nur Deutschland, sondern auch das Ausland zahlreich vertreten war. Den ersten öffentlichen Vortrag hielt Geheimrat Appel-Dahlem über die „Züchtung von Weizen auf Rostwiderstandsfähigkeit“. In den weiteren Vorträgen wurden die Bestrebungen zur Erzielung von Weizensorten für leichte Böden durch Verwertung der Weizen-Roggen-Bastarde, die Professor Tschermak-Seysenegg-Wien in Bearbeitung hat, und die Weizenzüchtung auf Kornqualität, wie sie in Schweden und Kanada betrieben wird, dargestellt. Weiter nahm die Erörterung der Feldversuchstechnik und die verschiedene Ausnutzung der Stickstoffdüngung durch die verschiedenen Sorten einen breiten Rahmen ein. Dabei wurde betont, daß eine ebenso enge Zusammenarbeit der Pflanzenphysiologen mit den Züchtern angestrebt werden müsse, wie sie mit den Pflanzenpathologen bereits in so vorbildlicher Weise bestände. Am letzten Tage hielten dann die Vorträge über das deutsche, französische und amerikanische Pflanzenschutzgesetz das Interesse wach. Es wurde beschlossen, eine internationale Regelung des Sortenschutzes nach dem Vorbilde des Patentschutzes anzustreben. Dabei wurde die wertvolle Mitwirkung der Registerkommission als unumgänglich notwendig bezeichnet. Mit einem Vortrag über Forstpflanzenzüchtung wurden die wissenschaftlichen Sitzungen, denen sich Exkursionen nach deutschen Zuchtstätten anschlossen, beendet. Snell.

Der Bericht der Russischen Forschungs Expedition über die Reise nach Mittelamerika.

Bukasov, S. M., Die Kulturpflanzen von Mexiko, Guatemala und Kolumbien. Bull. of Appl. Botany of Genetics and Plant-Breeding 1930; Suppl. 47.

Die Expedition des Instituts für Angewandte Botanik in Leningrad nach Mexiko, Guatemala und Kolumbien in den Jahren 1925—26 steht in engem Zusammenhang mit den Arbeiten Vavilovs, der die Erforschung der Ursprungszentren der neuweltlichen Kulturpflanzen schon seit langem erwogen hatte. Kartoffel, Mais, Bohne, Tabak, Sonnenblume, Tomate und Pfeffer waren unter anderem Gegenstand der Forschung. Die genannten Kulturpflanzen der Neuen Welt beanspruchen auch für den eurasiatischen Ackerbau ein hohes Interesse, da sie wie die Kartoffel u. a. zu einem integrierenden Bestandteil der altweltlichen Kulturpflanzenflora geworden sind. Mehr als 5000 Proben dieser Kulturpflanzen wurden auf der Reise gesammelt, die das Ausgangsmaterial für weitere Züchtungen darstellen sollen, vom Mais und der Bohne allein wurden mehr als 1000 Proben entnommen. Außer den genannten Ländern berührte die Expedition auch Panama, Venezuela, Kuba, Curaçao, Trinidad und Barbados. Die Forschungsergebnisse einer zweiten Expedition, die sich unter Leitung von Juzepczuk die Erforschung Perus, Boliviens und Chiles zur Aufgabe gestellt hatte, werden gleichfalls in Kürze veröffentlicht werden. — Die einleitenden Abschnitte der vorliegenden Arbeit beschäftigen sich mit der Orographie, dem Klima und der Bevölkerung der betreffenden Gebiete, wobei auch die einschlägige Literatur eine eingehende Berücksichtigung erfahren hat. Bukasov gliedert das Klima in drei vertikale Zonen. Die „tierra caliente“, die sich bis zu einer Höhe von 1000 m erstreckt, ist die Kulturzone des Kakaos und der Vanille, die Baumwolle erreicht ihre Höhengrenze in der „tierra templada“ (1000—2000 m), in der zum Teil auch noch Tabak und Maniok angebaut werden, die Maisgrenze fällt in die „tierra fria“ (2000—3000 m), die weiterhin durch die Kultur der Bohne und verschiedener Cucurbitaceen charakterisiert ist. — In Übereinstimmung mit Juzepczuk nimmt Bukasov 8 Entstehungszentren für die Kulturpflanzen des tropischen Amerika an. Der Mais hat nach den Forschungen Kuleshovs sich von Mexiko und Mittel-Amerika aus verbreitet, wobei besonders auf die Hochebene von Bogota in Kolumbien verwiesen wird. Die Anschauungen De Candolles erfahren durch diese Ergebnisse eine neue Bestätigung. Die genannten Gebiete sind auch die Heimat der einzigen Pflanze, die Beziehungen zum Mais erkennen läßt und sich mit ihm kreuzt. Es handelt sich hierbei um das Guatemalagras (*Euchlaena mexicana*). Die Heimat der Bohne (*Phaseolus vulgaris*) konnte vorerst noch nicht bestimmt werden, da die Verhältnisse über die in Brasilien verbreiteten Formen noch einer genaueren Klärung bedürfen. Ihren größten Formenreichtum besitzen die *Phaseolus*-Arten in Mexiko—Guatemala, Kolumbien und in Peru—Bolivien. — Auch Bukasov postuliert für die Kartoffel die Bastardeigenschaft. Die Ausgangsformen gehören mit Ausnahme von *Solanum tuberosum*, dessen Heimat er nach Chile verlegt, den andinen Regionen an. Zu den primitiven Formen des peruanisch-bolivianischen Hochlandes, die 24, 36 und 60 Chromosomen aufweisen, gehören *S. ajanhuiri* Juz. et Buk.,

S. Juzepczukii Buk., *S. phureja* Juz. et Buk., *S. stenotomum* Juz. et Buk., *S. chaucha* Juz. et Buk., *S. mamilliferum* Juz. et Buk., *S. curtibolum* Juz. et Buk. und *S. tenuifilamentum* Juz. et Buk. Eine etwas isolierte Stellung nehmen *S. gonioocalix* Juz. et Buk. (mittleres Peru), *S. Rybinii* Juz. et Buk. und *S. andigenum* Juz. et Buk. (Kolumbien) ein. — Interessante Gesichtspunkte ergeben die Betrachtungen, die sich mit der Zusammensetzung der heutigen Kulturpflanzenflora im nördlichen tropischen Amerika befassen. In großen Teilen des Landes haben die Pflanzen der Alten Welt an Flächenraum wie an wirtschaftlicher Bedeutung eine hervorragende Stellung inne. Auf den kleinen Besitztümern der einheimischen Indianer in Mexiko und Kolumbien dagegen fehlen die Pflanzen der Alten Welt völlig, wie vor Jahrhunderten werden hier noch Kartoffeln, Maniok, verschiedene Cucurbitaceen und andere einheimische Pflanzen kultiviert. Die obere Grenze für den Ackerbau liegt im nördlichen Teil des tropischen Amerika zwischen 3000 und 3300 m. Über die Maisgrenze hinaus (3100 m) gehen von den einheimischen Pflanzen außer der Quinoa und drei Knollenpflanzen der Hochgebirge (Oca, Ulluco und Cubio) nur die Kartoffel hinaus, von den Pflanzen der Alten Welt treffen wir hier noch Gerste und Pferdebohne an. Die obere Grenze des Kartoffelbaues gilt als charakteristisch für die Höhengrenze des südamerikanischen Ackerbaus überhaupt. Erbse, Hafer, Luzerne und Weizen erreichen die gleichen Höhen wie der Mais. Die abschließenden Kapitel der Arbeit veranschaulichen noch einmal die einzelnen Abschnitte der Reise und unterziehen die einzelnen Gebiete einer nochmaligen Betrachtung.

Die vorliegende Arbeit, die viele wertvolle Erkenntnisse vermittelt, kann auch als Baustein zum agrarischen Fünfjahresplan gewertet werden. Das ungeheure Material, das Bukasov auf seiner Expedition sammeln konnte, wird als Ausgangsmaterial für neue Züchtungen dienen, um die ökologische Streuweite der einzelnen Kulturpflanzen zu vergrößern und so die Kultur dieser Pflanzen in Gebiete zu tragen, die ihr bisher verschlossen waren. Inwieweit diese Bestrebungen, z. B. die Kartoffel ins kontinentale Klimagebiet zu verpflanzen, von Erfolg gekrönt sein werden, bleibt abzuwarten.

M. Klinkowski.

Berichte des Forschungsinstitutes für Bastfasern in Sorau N.-L.

Seit Anfang dieses Jahres gibt das Forschungsinstitut Sorau unter der Leitung seines stellvertretenden Direktors, Dr. Schilling, Berichte heraus, in denen botanische, züchterische, chemische und wirtschaftliche Fragen aus dem Gebiete der Bastfaserforschung behandelt werden.

Snell.

Besprechungen aus der Literatur.

Holdesleib, P. Agrarmeteorologie. Paul Parey, Berlin 1930, VII, 108 Seiten, Lwd. 7,50 RM.

Unter Agrarmeteorologie werden Meteorologie und Klimatologie in ihren besonderen Beziehungen zur Landwirtschaft verstanden. Daß dies Wissensgebiet für Fragen der Praxis wie der Wissenschaft in gleicher Weise von grundlegender Bedeutung ist, bedarf kaum der Erwähnung. Wenn demgegenüber das Verständnis für die Ernungseigenschaften der neuzeitlichen Agrarmeteorologie noch sehr zu wünschen übrig läßt, so

dürfte das zum Teil auch auf das Fehlen einer geeigneten kurz zusammenfassenden Darstellung zurückzuführen sein: denn eine so ausgezeichnete Schrift z. B. wie die von Geiger über „Das Klima der bodennahen Luftschicht“ behandelt nur ein Teilgebiet. Diese Lücke will das vorliegende Buch ausfüllen. In dem ersten Hauptabschnitt werden die meteorologischen Grundlagen der Agrarmeteorologie dargelegt, deren Kenntnis Voraussetzung für das Verständnis der verwickelten Beziehungen ist. In einem zweiten wird auf die landwirtschaftliche Klimalehre kurz eingegangen, wobei Einfluß der geographischen Breite, der Meeres- und Luftströme und der Gebirge auf das Klima sowie vor allem der Regenfaktor in seiner Einwirkung auf die Bodenbildung besprochen werden. Der letzte Abschnitt handelt von den Beziehungen der Witterung zu den Kulturpflanzen. Er bringt die Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen über die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Witterungsfaktoren und weist auch auf die Bedeutung der letzteren in anderer Richtung hin. So dürfte das Buch, ohne naturgemäß den Anspruch auf Vollständigkeit machen zu können und zu wollen, jedem zu empfehlen sein, der nach einer Einführung in dieses wichtige Gebiet sucht.

Braun, Berlin-Dahlem.

Jones, G. N. Mossflora of Southeastern Washington. (Research Studies of the State College of Washington 1, 1929, p. 117—192.)

Die vorliegende erste bryologische Lokalfloora aus dem Westen der U.S.A., ist zur Hauptsache eine Bestimmungsflora mit kurzen Beschreibungen und Bestimmungstabellen. Bryogeographisch von Interesse sind, abgesehen von der Zusammenfassung aller bisherigen Funde, vor allem die einleitenden Bemerkungen über die Standortverhältnisse der Moose und ihre Verteilung auf die im Gebiet herrschenden Formationen. Die niederen Teile mit ihren größtenteils in Weizenfelder verwandelten Steppen sind sehr moosarm. Der Hauptteil der Moose stammt aus den mit Nadelwäldern bedeckten höheren Gebirgen.

H. Reimers, Berlin-Dahlem.

Paquin, E. „Ich bitte ums Wort zur Geschäftsordnung!“ Praktischer Wegweiser für Versammlungsleiter. Preis: Bei Voreinsendung des Betrages 1,90 RM. Zu beziehen durch Chefredakteur E. Paquin, Hösel (Rhld.), Preußenstr. 1, Postscheckkonto Essen 16953.

Ein Buch, das mit Botanik nichts zu tun hat, das aber verdient, hier angezeigt zu werden, da es manchem Vertreter der angewandten Botanik, der häufiger an Versammlungen teilnimmt oder gar Versammlungen leiten muß, von Wert sein dürfte. Der Verfasser, früher langjähriger politischer Redakteur im Reichstag, hat aus der Praxis der Parlamente und des öffentlichen Lebens alles zusammengetragen, was zu einer richtigen und erfolgreichen Versammlungsleitung gehört.

K. Snell.

Pieper, H. Das Saatgut. (Ein Handbuch für Landwirte und Berater der Landwirtschaft, für Samenhändler und landwirtschaftliche Genossenschaften). Paul Parey, Berlin 1930, 267 S., 39 Abb. und 4 Tafeln, Preis 15 RM.

Die letzte Zusammenstellung aller Saat- und Pflanzgutfragen hat Wollny, der Altmeister auf diesem Gebiete, in seinem bekannten

Buche „Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“ vor 45 Jahren gegeben. Sind auch seit jener Zeit die Grundanschauungen für die Bewertung des Saatgutes die gleichen geblieben, so hat sich doch in den letzten Jahrzehnten eine solche Fülle von praktischen Erfahrungen — sowohl in sachlicher wie auch in methodischer Hinsicht — auf dem Gebiete der Saat- und Pflanzgutbehandlung angesammelt, daß eine Neubearbeitung des ganzen Stoffes dringend geboten war. Dieser Aufgabe will das vorliegende Werk dienen. Nach Anlage und Darstellung ist es in erster Linie für die landwirtschaftliche Praxis bestimmt. Saatguterzeuger und Saatgutverbraucher, nicht zuletzt aber auch die Samenhändler sowie die den Landwirt in Saatgutfragen beratenden Instanzen sollen mit den wichtigsten Saat- und Pflanzgutkriterien bekannt gemacht werden.

In einem ersten Abschnitt werden die allgemeinen wertbestimmenden Eigenschaften des Saatgutes, wie Reinheit, Keimkraft, Sortierung, Gesundheitszustand usw. abgehandelt. Die bei der Samenkontrolle heute gebräuchlichen Beurteilungsmethoden (Keimprüfungsapparate usw.) werden besprochen. In dem Kapitel „Gesundheitszustand“ findet sich eine kurze Zusammenstellung der durch das Saatgut übertragbaren Krankheiten. Auch werden das Herkunftsproblem kurz gestreift und die Zucht- und Nachbau-Begriffe definiert.

Ein zweiter Abschnitt bringt eine Darstellung der für die verschiedenen Kulturpflanzenarten besonderen Saatgut-Beurteilungskriterien. Sehr umfangreiche Angaben werden über die Sortenkennzeichen und Sorteneigenschaften sowohl bei den Getreide- und Gräserarten als auch bei den Hülsen-, Öl- und Hackfrüchten gemacht. Wertvoll sind weiter die Angaben über die lästigen Begleitunkräuter bei Getreide- und Grassaaten. Auch die wichtigsten Samendesinfektionsmittel finden Erwähnung. Die Darstellung der Kartoffelkrankheiten, insbesondere die Darstellung der „Abbaukrankheiten“ zeigt, daß auf diesem Gebiete die Forschung noch völlig im Fluß ist.

Der dritte Abschnitt ist der Saatgutzubereitung gewidmet. Es werden die wichtigsten Gesichtspunkte für ein einwandfreies Dreschen, Reinigen, Sortieren und Aufbewahren des Saatgutes besprochen. An zahlreichen und guten Abbildungen werden die bekanntesten Zubereitungsmaschinen vorgeführt. Auch die Fragen der Getreidebeizung und -stimulation sowie das Vorkeimen der Kartoffeln werden gestreift.

Der abschließende vierte Abschnitt bringt eine gedrängte Übersicht über die Aufgaben und die Organisation der staatlichen und privaten Einrichtungen für die Regelung eines einwandfreien Saatgutverkehrs (Samenkontrolle, Saatenanerkennung, Sorten- und Hochzuchtregister). Besonders begrüßenswert ist, daß sich anhangsweise noch die „Lieferungsbedingungen“ bzw. „Geschäftsbedingungen“ der deutschen Samenhändler, Kartoffelhändler und Pflanzenzüchter zusammengestellt finden.

Das Buch, das somit in gedrängter Form alle wesentlichen Gesichtspunkte der Saat- und Pflanzgutherstellung wie Bewertung bringt, wird zweifellos einen dankbar begrüßten Eingang in viele Kreise der landwirtschaftlichen Praxis finden. Aber auch darüber hinaus wird es dem studierenden Landwirt eine wertvolle Einführung in alle Saatgutfragen vermitteln und — was am wertvollsten erscheint — ihm Anregung zur weiteren Forschungsarbeit über offene Probleme mitgeben.

A. Scheibe, Berlin-Dahlem.

Änderungen im Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik.

1. Adressenänderungen.

Botanisches Institut der Universität Frankfurt a. M., Viktoria-Allee 9.

Balde, Dr. H., Korntal bei Zipf, Am Bahnhof.

Bartosch, Dr. J., Eldena bei Greifswald, Pädagogisches Seminar.

Becker, Dr. Johanna, Dipl. Landw., Institut f. Pflanzenbau, Halle a. S., Ludwig-Wucherer-Str.

Becker, J., Saatzuchtdirektor, Berlin-Lichterfelde-West, Ringstr. 71.

Bielert, Dr. R., Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der Landwirtschaftskammer Oberschlesien, Oppeln, Moltkestr. 43.

Doering, Dr., Kiel, Wilhelminenstr. 45.

Esdorn, Dr. Ilse, Priv.-Doz. an der Universität, wiss. Hilfsarbeiterin am Institut für angewandte Botanik in Hamburg 33, Schwalbenplatz 15 III.

Faull, Prof. Dr. I. H., Havard Universität, Jamaica Plain, Mass. U. S. A., Arnold Arboretum.

Forsteneichner, Dr. Fr., Dipl.-Landw. Saatzuchtwirtschaft K. v. Kameke, Streckenthin, Post Thunow, Pommern.

Fuess, Hans, Weinbauoberinspektor, Oberlahnstein.

Geduldig, W., Kunstgärtner, Aachen, Nizza-Allee 71.

Gessner, Dr. A., Bad. Weinbauinstitut, Freiburg i. Br., Landsknechtstr. 18.

Görbing, Johannes, Pinneberg, Holstein.

Haehn, Dr. H., Münster i. W., Warendorfer Str. 3.

Hähne, Dr. Hans, Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Aschersleben.

Hase, Friedrich, Direktor, Berlin NW 87, Solinger Str. 4 III.

Hille, Dr. Emil, Deutsche Superphosphat-Industrie, Berlin W 15, Emser Str. 42.

I. G. Farbenindustrie A. G., Zentralstelle f. Spenden, Frankfurt a. Main, Grüneburgplatz.

Kern, Prof. Dr. Hermann, Budapest II, Hermann Otto ut 17.

König, Dr. Friedrich, Gut Steinach bei Straubing.

Kükenthal, Dr.-Ing. Hans, Köln-Flittard, Paulinenhof.

Laske, Dr. Karl, Breslau 2, Leerbeutelstr. 21.

Longrée, Karla, Dipl. Landw., Mechow bei Kyritz, Ostprignitz.

Merl, Dr. E., Reg.-Rat, München, Pappenheimerstr. 1/2.

v. Moltke, Botschaftsrat, Warschau, Deutsche Gesandtschaft.

Müller, Dr. Karl, Freiburg i. Br., Bismarckstr. 21.

Müller, Dr. K. R., Halle a. S., Dessauer Str. 5.

Nius, Dr. Erich, Dortmund, Ardeystr. 45.

Noeldechen, Dr., Saatzuchtdirektor, Delitzsch, Rgbz. Merseburg.

Penning, Kiel, Holstenstraße.

v. Rauch, Zürich 6 (Schweiz), Gökstr. 11 I.

Rawitscher, Prof. Dr. F., Freiburg i. Br., Kronenstr. 18 III.

v. Scheliha, Margarete, Dipl.-Landw., Göttingen.

Stolze, Dr., Oldenburg i. O., Stracherjahnstr. 10.

Wille, Dr., Montmerency bei Paris, Route de St. Sen.

v. Zitzewitz, A., Saatzuchtleiter, Jamrin bei Gr. Dübsow, Kr. Stolp i. Pommern.

2. Neue Mitglieder.

Dannemann, R., Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz, Oldenburg i. O., Stracherjahnstr. 16.

(Angemeldet durch: Stolze-Oldenburg.)

Diddens, H. A., Assistentin am Zentralbureau voor Schimmelcultures, Baarn, Holland, Javalaan 6.

(Angemeldet durch: Westerdijk-Baarn.)

Enomoto, Prof. Dr. Nakae, Kyoto Imperial University, Kyoto, Japan.

(Angemeldet durch: Nisikado-Berlin-Dahlem.)

Rothmaler, Dr. B., Diplomlandwirt, Landsberg a. W., Kladowstr. 117.

(Angemeldet durch: Klapp-Jena.)

Personalmeldungen.

Am 24. April feierte unser Mitglied Prof. Dr. Paul Lindner in Berlin-Grünau seinen 70. Geburtstag. Der Vorsitzende übersandte ihm ein Glückwunschsreiben, das dem Jubilar von dem 1. Schriftführer überreicht wurde. Prof. Lindner, der durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der Gärungsorganismen bekannt ist, war bereits auf der 1. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik im Jahre 1903 anwesend und hat sich an der Beratung der Statuten und der Schaffung eines Publikationsorganes, dem damaligen Jahresbericht, beteiligt.

Unser korrespondierendes Mitglied, der Leiter der botanischen Abteilung des Canadischen Landwirtschaftsministeriums, Dr. H. T. Güssow in Ottawa ist in die Royal Society of Canada gewählt und von der Queen's University in Kingston mit der Würde eines Ehrendoktors ausgezeichnet worden. Der Vorsitzende hat Herrn Dr. Güssow zu dieser Ehrung beglückwünscht und seiner Freude darüber Ausdruck gegeben, daß die Arbeit eines deutschen Botanikers eine so hohe Anerkennung in den wissenschaftlichen Kreisen Canadas gefunden hat.

Prof. Dr. Graebner, der Mitbegründer und erste Schriftleiter der Zeitschrift „Angewandte Botanik“ feierte am 29. Juni seinen 60. Geburtstag. Er hat sich durch zahlreiche Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Pflanzengeographie auch über die Grenzen seines Vaterlandes hinaus einen Namen gemacht.

Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen am Wurzelsystem verschiedener Kartoffelsorten.

Von

Walter Ostermann.

(Aus dem Laboratorium für Sortenkunde der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

Mit 16 Abbildungen.

Einleitung.

In der Reihe der Arbeiten, die über die Wurzelsysteme unserer Kulturpflanzen gemacht worden sind, nehmen die Untersuchungen über das Wurzelsystem der Kartoffel einen verhältnismäßig kleinen Raum ein. Häufiger dagegen sind Leguminosen, Rüben und Gramineen auf ihr Wurzelwachstum untersucht worden. An Arbeiten, die sich mit dem Wurzelwachstum der Leguminosen befassen, sind u. a. diejenigen von Fruwirth (1895, S. 461), Hellriegel (1887), Kraus (1895, S. 113) und in neuerer Zeit Rootsi (1928) und Gordienko (1930) zu nennen. Mit den Untersuchungen der Rübenwurzeln sind die Namen de Vries (1879, S. 16 und 453), Kraus (1895, S. 128), Girard (1885) und Kampe (1929) verknüpft. Am größten ist aber die Anzahl der Arbeiten, die über die Wurzelentwicklung der Gramineen vorliegt. Erwähnt seien hier die Untersuchungen von Hellriegel (1887, S. 118), Haberlandt (1876), Heinrich (1876, S. 52), Garola (1892, S. 1095), von Seelhorst (1902, S. 91), Nobbe (1869, S. 106), Opitz (1904, S. 749), Polle (1910, S. 279), Nowacki (1917, S. 24), Schneider (1912, S. 778), Fittbogen (1864, S. 474), Rotmistroff (1926, S. 28), Rootsi (1928), Kampe (1929, S. 1) und Gordienko (1930). Auf Einzelheiten all dieser Untersuchungen soll in der vorliegenden Arbeit über das Wurzelsystem von Kartoffelsorten nur soweit eingegangen werden, als ein Zusammenhang in den Ergebnissen besteht.

In fast allen Arbeiten, die sich bisher mit dem Wurzelsystem der Kartoffelsorten befaßt haben, war in der Hauptsache die Erforschung des Tiefganges der Wurzeln im natürlich gelagerten Ackerboden Gegenstand der Untersuchung. Es sollte festgestellt werden, ob man es bei der Kartoffel mit einer tiefwurzelnden oder mit einer flachwurzelnden Pflanze zu tun hätte. Dabei kamen aber die verschiedenen Forscher vielfach zu verschiedenen Ergebnissen.

Um nun die Widersprüche dieser Ansichten zu verstehen, erscheint es angebracht, die Wurzelentwicklung der Kartoffelpflanze kurz zu beschreiben. Von der aus einer Knolle hervorgegangenen Pflanze wird nicht wie bei der Samenpflanze eine Hauptwurzel entwickelt, sondern die Wurzeln entspringen büschelförmig aus den Knoten des unterirdischen Stengelteiles. Daher werden sie von de Vries (1878, S. 629) auch als Knotenwurzeln bezeichnet. Andere Forscher (Opitz 1930, S. 8, Polle 1912, S. 298) nennen sie wegen ihrer langen dünnen und faserartigen Gestalt Faserwurzeln. Esmarch (1919, S. 257) spricht von Nebenwurzeln. In botanischen Lehrbüchern aber (Goebel 1923, S. 1268, Straßburger 1928, S. 105, Miede 1922, S. 24) werden solche sekundären, sproßbürtigen Wurzeln durchweg mit dem Namen Adventivwurzeln belegt. Diese Nomenklatur soll auch in der vorliegenden Arbeit beibehalten werden.

Wegen des Fehlens einer Hauptwurzel könnte man nun zu der auch in älteren Arbeiten noch allgemein vertretenen Ansicht neigen, daß man es bei der Kartoffel mit einer ziemlich flach wurzelnden Pflanze zu tun habe. In Arbeiten jüngeren Datums dagegen (Schulze 1906, Böhme 1925, Kläsener 1924), wird auf Grund eingehender Untersuchungen nachgewiesen, daß die Kartoffelwurzeln unter Umständen in recht erhebliche Tiefen vordringen können. Es liegt nun die Vermutung nahe, daß dieser Widerspruch auf einer verschiedenen Ausbildung des Wurzelsystems der zu den Untersuchungen benutzten Sorten beruht. Das angeblich verschiedene physiologische Verhalten der Sorten auf verschiedenen Böden berechtigt ebenfalls zu dieser Annahme. Wenn Oberstein (1925, S. 24) Extensivsorten, mit großer Anpassungsfähigkeit an verschiedene Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse und Intensivsorten, mit geringer Anpassungsfähigkeit an größere Unterschiede im Wasserhaushalt der Böden unterscheidet, so könnte man diese verschiedene Anpassungsfähigkeit der Sorten aus einer ver-

schiedenen Ausbildung des Wurzelsystems erklären. Man könnte annehmen, daß bei den Intensivsorten im Verlaufe der Jahre gar keine oder nur geringe Unterschiede in der Art der Ausbildung des Wurzelsystems auftreten, daß aber die Extensivsorten befähigt sind, sich in ihrer Wurzel Ausbildung den verschiedenen Bodenfeuchtigkeitsgraden weitgehendst anzupassen.

Über eine solche Anpassungsfähigkeit von Erbsenpflanzen wird z. B. von Gordienko (1930, S. 131) folgendes berichtet: „Die Erbsenpflanzen haben im ganzen ein bedeutend kürzeres Wurzelsystem in feuchten Bodenvarietäten als in lockeren, trockenen ausgebildet.“

Um diese Frage zu untersuchen, kam es darauf an, ein Bild von dem normalen Wurzelsystem der verschiedenen Sorten, wie es sich im Boden unter günstigen Wachstumsbedingungen entwickelt, zu gewinnen. Zu einem solchen Bilde wird man aber bei der Untersuchung von Pflanzen, die auf dem Felde gewachsen sind, nicht gelangen können. Die Hindernisse, die sich im natürlich gelagerten Ackerboden der normalen Wurzel Ausbreitung in den Weg stellen, sind auf den verschiedenen Böden zu mannigfaltig, als daß für die Wurzel Ausbreitung der Sorten ein vergleichbarer Maßstab erhalten werden könnte. Die erste Forderung für meine Untersuchungen war daher, daß alle, das normale Wurzelwachstum mechanisch beeinflussenden Faktoren, wie z. B. harte, für die Wurzeln schwer zu durchdringende Bodenschichten, größere Steine, Wurmlöcher usw. ausgeschaltet wurden, da erst dann die Möglichkeit einer normalen und charakteristischen Ausbildung des Wurzelsystems einer bestimmten Kartoffelsorte gegeben war.

Dieses normale, sortentypische Wurzelbild würde alsdann eine Grundlage für die Beurteilung der Wurzelentwicklung im natürlich gelagerten Ackerboden bilden können. Es müßte nur noch festgestellt werden, welche Veränderungen im morphologischen Aufbau des Wurzelsystems durch verschiedene Zusammensetzung und Lagerung der Böden, durch Düngung usw. hervorgerufen werden können. Diese Frage sollte aber in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht werden; es handelte sich hier lediglich darum, die Grundlage für diesen praktischen Zweck zu schaffen.

Zur Charakterisierung des Wurzelsystems einer Sorte wird man sich nicht darauf beschränken können, das Wurzelsystem einer einzelnen Staude zu untersuchen. Man wird vielmehr möglichst viele Pflanzen berücksichtigen müssen, um individuelle Schwankungen auszugleichen. Ebenso ist es notwendig, diese Untersuchungen

nicht nur in einem Jahre durchzuführen, sondern in mehreren Vegetationsperioden, um die Witterungseinflüsse, die nur schwer auszuschalten sind, zu berücksichtigen.

Will man andererseits die Wurzelsysteme verschiedener Sorten vergleichen, so wird man sich aus technischen Gründen in der Zahl der zu untersuchenden Einzelpflanzen und auch in der Zahl der Sorten Beschränkung auferlegen müssen. Denn einmal ist die Beschaffung der erforderlichen Wurzelkästen und Wurzelkisten eine Kostenfrage und zum anderen drängt sich die Bearbeitung der Versuche auf einen kurzen Zeitraum zusammen. Meine Untersuchungen sind daher nur an den folgenden 7 Sorten ausgeführt worden:

Frühe Sorten	{ Paulsens „Juli“.
	{ „Krebsfeste Kaiserkrone“
	{ (Thieles „Kuckuck“).
Mittelfrühe Sorten . . .	{ Böhm's „Odenwälder Blaue“.
	{ „Königsniere“
	{ (Heines Stauden-Auslese).
Mittelspäte Sorte . . .	von Kamekes „Parnassia“
Späte Sorten	{ Cimbals „Fürst Bismarck“.
	{ von Kamekes „Beseler“.

Diese Sorten sind so ausgewählt, daß Vertreter verschiedener Reifezeiten, die nach praktischen Erfahrungen auch verschiedene Ansprüche an die Wasserversorgung stellen, untersucht wurden.

Um nun das Wurzelsystem der einen Sorte mit einer andern vergleichen zu können, wurde durch Messungen und Zählungen und durch photographische Aufnahmen die Beschaffenheit des Wurzelsystems jeder untersuchten Pflanze festgelegt und aus dem Zahlenmaterial die mittleren Werte für jede Sorte berechnet. Zu diesem Zweck wurde folgendes untersucht:

1. die Wachstumsrichtung der Adventivwurzeln S. 301.
2. a) die Anzahl der an jedem Stengel gebildeten Adventivwurzeln S. 318,
- b) die Anzahl der in den einzelnen Büscheln gebildeten Adventivwurzeln,
- c) die Adventivwurzelneubildung nach dem Behäufeln.
3. a) die Wachstumsgeschwindigkeit der Adventivwurzeln S. 326,
- b) die Ausbildung der von den Adventivwurzeln ausgehenden Seitenwurzeln.

Die Vorversuche, die zur Ausarbeitung der Methodik für alle diese Untersuchungen erforderlich waren, wurden in den Jahren 1925—1928 im Laboratorium für Sortenkunde der Biologischen Reichsanstalt ausgeführt. Das Material, dem auch ein Teil der Abbildungen entnommen ist, wurde mir von Herrn Regierungsrat Dr. Snell in dankenswerter Weise überlassen, als mir die Aufgabe gestellt wurde, die Hauptversuche durchzuführen. Der vorliegenden Arbeit liegen diese Hauptversuche, die ich in den Jahren 1929 und 1930 in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem ausgeführt habe, zugrunde.

I. Die Wachstumsrichtung der Adventivwurzeln.

Methodik.

Da die Wurzeln der Kartoffelpflanze der Beobachtung nicht ohne weiteres zugänglich sind, war es notwendig, Mittel und Wege zu finden, die eine Beobachtung dieser unterirdischen Pflanzenteile gestatteten. Sachs (1874, S. 387 und 388) versuchte auf die Weise einen Einblick in das natürliche Wurzelwachstum der Pflanzen zu tun, daß er sie in besonderen, mit Erde gefüllten Glaskästen wachsen ließ. Dabei stießen die Wurzeln gegen die Glaswände und wuchsen an diesen sichtbar herunter. (Die Sachsschen Wurzelkästen werden auf Seite 326 und 327 noch genauer beschrieben.) Damit wäre aber der Zweck meiner Untersuchungen nur zum Teil erreicht gewesen; denn anstatt der natürlichen Wachstumsrichtung, auf die es ja ankam, hätte man immer nur die durch die Glasscheibe aus ihrer eigentlichen Richtung abgelenkten Wurzeln beobachten können. Für eine Beobachtung der natürlichen Wachstumsrichtung wäre es naturgemäß am einfachsten, wenn man den Boden durchsichtig machen könnte, wie es z. B. mit Hilfe der Röntgenstrahlen gelingt, den menschlichen Körper zu durchleuchten. Versuche dieser Art werden von Kampe (1929, S. 10—12) beschrieben. Es glückte ihm aber nicht, auf röntgenphotographischem Wege das Bild eines Wurzelsystems zu erhalten. Derselbe Forscher versuchte auch durch elektrometrische Messungen einen Maßstab für die Stärke und Länge der Wurzelsysteme zu finden (S. 5—10). Doch waren auch diese Versuche erfolglos. An dieser Stelle soll auch noch der Untersuchungen in Wasserkulturen Erwähnung getan werden, wie sie u. a. von Sachs (1874, S. 387) und besonders von Nobbe (1864, 1865, 1868, 1869) angestellt wurden. Da die Wachstumsbedingungen

in tropfbar flüssigen Medien aber zu wenig den natürlichen Verhältnissen entsprechen, soll hier nicht näher auf diese Versuche eingegangen werden.

Die in der Erde gewachsenen Wurzeln wird man aber, so lange es nicht möglich ist, den Boden zu durchleuchten, nur so dem Auge zugänglich machen können, daß man sie aus der Erde ausspült. Die Methoden, deren man sich bisher zur Sichtbarmachung der Wurzeln bediente, beruhen auch fast durchweg, so verschieden sie auch in ihren Einzelheiten sein mögen, auf diesem Auswaschverfahren. Kläsener (1924) und Böhme (1925) benutzten wie Hellriegel (1887) einen Stechzylinder, mit dessen Hilfe sie die Pflanzen mit der Erde aus dem Boden aushoben. Aus diesem Erdballen wurden dann die Wurzeln ausgewaschen. Durch das Herausheben mittels Stechzylinders, der bei den jüngeren Pflanzen 20 cm, bei den älteren 35 bzw. 40 cm Durchmesser hatte, konnten die Wurzeln aber nicht in ihrer ganzen Länge erfaßt werden. Zu diesem Zweck grub man jeder Wurzel, die durch den Zylinder abgestochen war, mit einer kleinen Handschaufel und Pinzette nach. Dabei wurden aber Substanzverluste durch das Abreißen der feinen Seitenwurzeln hervorgerufen, und es erscheint zweifelhaft, ob diese so gering waren, daß die verbleibende Wurzelmasse ohne weiteres mit dem oberirdischen Pflanzenteil in Vergleich gebracht werden konnte. Ich hatte nämlich bei meinen Versuchen Gelegenheit festzustellen, daß die Menge der gebildeten Seitenwurzeln unter Umständen sehr groß sein kann, wie dieses auf Abbildung 13 Seite 317 deutlich zu sehen ist. Es scheint fast, als wenn das Gewicht der Seitenwurzeln demjenigen der Adventivwurzeln nicht nachstehe, da erstere abgesehen von ihrer großen Zahl zum Teil auch noch beträchtliche Längen erreichen.

Bei dieser Art des Auswaschens und Ausgrabens besteht zwar die Möglichkeit, die Länge und auch den Tiefgang zu messen; aber es ist nicht möglich, die Wurzeln nach dem Auswaschen in ihrer natürlichen Richtung festzuhalten. Die Wurzelwachstumsrichtung ist aber zur Charakterisierung der Sorten von großer Wichtigkeit. Es mußten daher Mittel und Wege gefunden werden, die es einerseits den Wurzeln ermöglichten, ohne durch harte Schichten, große Steine usw. behindert zu sein, den Boden in normaler Richtung zu durchwachsen, und die es andererseits dem Versuchsansteller gestatteten, diese natürliche Wachstumsrichtung nach dem Auswaschen der Erde zu beobachten und durch photographische Aufnahmen festzuhalten.

Da diese Forderungen auf dem Versuchsfelde nicht zu erfüllen sind, so mußte ich bei den Untersuchungen über die Wachstumsrichtung der Adventivwurzeln darauf verzichten, meine Beobachtungen auf dem Felde zu machen. Ich war daher gezwungen, die Pflanzen in aufgefülltem Erdreich in Versuchsgefäßen wachsen zu lassen. Ein Festhalten der Wurzeln in ihrer natürlichen Lage auch nach dem Auswaschen konnte nur dadurch erreicht werden, daß das angefüllte Erdreich in kurzen Abständen mit feinen Drahtsieben durchsetzt wurde, durch welche die Wurzeln hindurchwachsen mußten.

Nach Angaben von Schulze (1906), Böhme und Kläsener können aber die Kartoffelwurzeln unter Umständen bis in Tiefen von 2 m und darüber vordringen; und auch mit einer seitlichen Ausbreitung im Radius von 1 m um die Stauden herum ist im allgemeinen zu rechnen. Wäre es mir nun darauf angekommen, alle Adventivwurzeln ungehindert in ihrer ganzen Tiefen- und Seitenausbreitung zu erfassen, so hätte ich für jede Pflanze ein Versuchsgefäß von 2×2 , also 4 qm Grundfläche und 2 m Tiefe benötigt, Maße, die einem Rauminhalt von 8 cbm Erde gleichkommen würden. Die technischen Schwierigkeiten beim Füllen und Auswaschen von derartig großen Gefäßen würden dann aber kaum zu überwinden gewesen sein. Auch wäre es technisch schwer durchführbar gewesen, so große Flächen (4 qm) in kurzen Abständen mit feinen Drahtsieben zu durchspannen und die Zwischenräume mit Erde auszufüllen. Da aber das Wurzelsystem eine radiäre Ausbreitung hat, d. h. sich gleichmäßig nach allen Seiten ausbreitet, so konnte man sich damit begnügen, aus der Mitte des Wurzelsystems einen Ausschnitt zur Beobachtung zu benutzen.

Auf Grund dieser Erwägungen wurden nach Snells Angaben im Jahre 1925 Wurzelkisten mit einem Rauminhalt von 100 cm Höhe, 100 cm Breite und 30 cm Tiefe gebaut. Die Abplattung, die das Wurzelsystem in diesen 30 cm flachen Kisten erfuhr, hatte keinen Einfluß auf seine Breitenausdehnung. Rodmistroff (S. 30) machte ähnliche Erfahrungen und sagt darüber: „Es stellte sich heraus, daß die in solchen flachen Holzgefäßen aufgezogenen Wurzelsysteme genau den Maßen entsprachen, die bei ihrer Entwicklung im unberührten Boden des Feldes längs der Gräben festgestellt waren“. Natürlich reichte auch die Breitenausdehnung der Kisten nicht aus, um allen Wurzeln ein ungehindertes Wachstum zu gewähren. Es werden aber im allgemeinen nur wenig Wurzeln durch die schmalen Seitenwände abgelenkt, die sonst sicherlich ihre ur-

sprüngliche Wachstumsrichtung weiter verfolgt hätten. Für die praktische Bewertung der Hauptwurzelwachstumsrichtung der einzelnen Sorten genügten aber die Teile der Wurzeln, deren normaler Lauf nicht durch die schmalen Seitenflächen der Kisten abgelenkt worden war.

Diese Snellschen Wurzelkisten, die ich im Gegensatz zu den Sachsschen Wurzelkästen, deren Beschreibung in einem späteren Abschnitt erfolgt, in Zukunft kurz als Wurzelkisten bezeichnen werde, waren von oben nach unten mit neun feinen Drahtsieben von 6 mm Maschenweite durchspannt. Die Siebe waren an drei Seiten von einem Holzrahmen umgeben und lagen mit diesem, wie die Bretter eines Bücherschranks, auf kleinen, an den Schmalseiten der Kisten in Abständen von 8 cm befestigten Leisten. Eine an sich haltbarere vierseitige Umrahmung der Siebe fand deswegen nicht statt, weil durch die Leisten der Vorderseite nach dem Auswaschen der Einblick in die Kisten erschwert worden wäre. Der 30 cm hohe Raum über dem Boden der Kiste blieb frei von Sieben, da durch die Wurzeln, die nach dem Auswaschen unterhalb des letzten Siebes senkrecht nach unten hingen, der Gesamteindruck des Wurzelbildes nicht mehr beeinträchtigt werden konnte. Diese Wurzeln waren nämlich sowieso so steil gewachsen, daß die senkrechte Richtung nur wenig von ihrem natürlichen Verlauf abwich.

Das Füllen der Kisten ging bei den Vorversuchen so vor sich, daß zuerst der untere, sieblose Teil mit Erde gefüllt und festgestampft wurde; dann wurde das untere Sieb auf die Leisten gelegt und der Zwischenraum bis zum nächstfolgenden Sieb gefüllt und festgestampft. In der gleichen Weise wurden dann die nächsten Siebe aufgelegt und die anderen Siebzwischenräume mit Erdreich gefüllt. Da diese Methode sehr zeitraubend war, ging ich in den beiden letzten Jahren so vor, daß ich die Kisten auf den Rücken legte, die Vorderwand entfernte und sie von dieser Seite füllte. Da nun die Kisten um die natürlichen Verhältnisse nachzuahmen und um ein zu starkes Austrocknen zu verhüten, in die Erde versenkt wurden, so wurde die Füllung aus Zweckmäßigkeitsgründen gleich in der Grube vorgenommen, welche die Kisten aufnehmen sollte.

Die Erde, die zum Füllen der Kisten diente, bestand zu $\frac{2}{3}$ aus dem ausgehobenen Untergrundboden und im oberen Teil der Kisten aus dem Mutterboden, der sich an der Stelle, wo die Kisten in die Erde eingelassen waren, befand. Dieser Mutterboden wurde

außerdem noch mit einem Gemisch von $\frac{2}{3}$ Kompost und $\frac{1}{3}$ Sand gemengt. Eine besondere Düngung wurde nicht gegeben.

Nachdem nun die Kisten bis zum Rande mit Erde gefüllt und festgestampft waren, wurde die Vorderwand wieder auf ihren richtigen Platz aufgepreßt und befestigt; sodann wurde die Kiste hochgekippt. Die anderen Kisten wurden dann so gestellt, daß jedesmal die Vorderwand einer Kiste an die Hinterwand der vorher gefüllten Kiste anlehnte. Nachdem so alle Kisten hintereinander in der Grube standen, wurden die Ränder der Grube, die nicht von den Kisten ausgefüllt wurden, wieder mit Erde zugeworfen und auch der aus dem Boden herausragende Teil der Kisten mit Erdreich abgedeckt.

Nach diesen Vorarbeiten pflanzte ich in die Mitte der Kisten zwischen das erste und zweite Sieb eine Knolle. Aus dem oberen Sieb war, damit die Stengel ungehindert hindurchwachsen konnten, ein Stück von ungefähr $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ herausgeschnitten. Die sich nun entwickelnden Pflanzen zeigten in ihren oberirdischen Teilen weitgehende Übereinstimmung mit den Feldpflanzen, so daß man annehmen kann, daß auch das Wurzelsystem sich normal ausbildete. Die hier und da auftretenden Kümmererscheinungen sind auf das Saatgut zurückzuführen und sind ebenso in Feldbeständen zu beobachten. Kurz nach der Blüte, während die Pflanzen noch vollständig grün waren, wurden dann die Kisten, eine nach der anderen, freigelegt, die Vorderwand abgehoben und in der Grube mit einem feinen Wasserstrahl vorsichtig ausgespült.

Es ist unbedingt erforderlich, mit dem Auswaschen in einer Zeit zu beginnen, in der die Pflanzen noch nicht angefangen haben abzusterben. Beginnt man später, so sind nur noch die starken Adventivwurzeln in ihren oberen Teilen zu erfassen, während selbst bei ganz vorsichtigem Spülen von den feineren Seitenwurzeln kaum noch etwas zwischen den Sieben zurückbleibt. Diese Beobachtung machte ich im Sommer 1929, wo ich mit dem Auswaschen anfang, als die frühen Sorten schon zum Teil gelbe Blätter hatten. Im Gegensatz hierzu stellte Girard (1889) bei einer am 28. August 1889 in vollem Grün ausgewaschenen Pflanze ein Gesamtstengel- und Blattgewicht von 1 kg 600 g fest, wogegen das Wurzelgewicht 62 g betrug. Bei einer anderen Pflanze dagegen, die mit teilweise abgestorbenem Laub am 20. September desselben Jahres ausgewaschen wurde, betrug das Gewicht der oberirdischen Pflanzenteile nur 767 g, während die Wurzeln 65 g wogen. Auf

Grund dieser Angaben hoffte ich, die größte Wurzelmasse in der Zeit des beginnenden Absterbens der Blätter zu erfassen, mußte aber feststellen, daß die Wurzeln schon früher als der oberirdische Teil der Pflanze mit dem Absterben begonnen hatten.

Beim Auswaschen ist ferner darauf zu achten, daß der Wasserstrahl, der die Wurzeln auswaschen soll, nicht zu starken Druck hat, weil in diesem Falle leicht die dünneren Wurzeln abreißen und mit fortgespült werden. Wenn alle Erde aus den Kisten ausgespült ist, kann man sehr gut die bevorzugte Wurzelwachstumsrichtung der einzelnen Sorten erkennen, da die Wurzeln durch die Drahtsiebe, durch welche sie hindurchgewachsen sind, in ihrer natürlichen Lage festgehalten werden.

Beim Photographieren habe ich die Wurzeln, die durch die Vorderwand in ihrer normalen Wachstumsrichtung gehindert waren und die nach dem Auswaschen vor den Sieben senkrecht hinunterhingen, dort abgeschnitten, wo sie von ihrer ursprünglichen Wachstumsrichtung abgedrängt wurden. Wie auf den Photographien der Vorversuche zu sehen ist, wird andernfalls der Anschein erweckt, daß eine Anzahl Wurzeln in senkrechter Richtung nach unten wächst, wodurch dann der Eindruck, den das Wurzelbild in Wirklichkeit macht, sehr beeinträchtigt wird.

In Anbetracht des erheblichen Aufwandes an Materialkosten und Arbeitskräften konnten nicht mehr als 14 dieser Snellschen Wurzelkisten für jeden Versuch benutzt werden.

Ergebnisse.

Die Angaben, die bisher von den verschiedenen Autoren über die Wurzelausbreitung der Kartoffel gemacht worden sind, lauten sehr verschieden. De Vries (1878, S. 629) und Remy (1927, S. 27) machen über den morphologischen Aufbau des Kartoffelwurzelsystems nur einige Angaben aus der Literatur. Pistohlkors (1898, S. 94) bezeichnet das Wurzelsystem der Kartoffel als eines der charakterlosesten und trägsten. Nach Thiel (1870, S. 349) ist die Hauptmasse der feineren Wurzeln in der oberen, 20—25 cm tiefen Bodenschicht enthalten. Hosaeus (1872, S. 29) vergleicht das Gewicht der Wurzeln mit dem Gewicht der übrigen Pflanzenteile. Er gibt an, daß das Wurzelgewicht $\frac{1}{44}$ des Gewichtes der ganzen Pflanze erreiche, Schulze (1906) dagegen,

fand bei seinen Versuchen, daß die Wurzelmasse 44,8% der oberirdischen Pflanzenteile betrug. Von Seelhorst (1902, S. 94) fand auf dem Göttinger Versuchsfelde in 75 cm Tiefe keine Wurzeln mehr. Opitz (1930, S. 8) und Thomas P. McIntosh (1927, S. 39) sind der Ansicht, daß das Wurzelsystem der Kartoffel hauptsächlich in den oberen Bodenschichten verteilt liegt, daß aber auch einzelne Wurzeln in größere Tiefen vordringen können. Rotmistroff (1926, S. 31) behauptet, die Kartoffel habe ein sehr kurzes Wurzelsystem von etwa 60 cm Tiefgang. Kläsener (1924) und Böhme (1925), die ihre Versuche auf demselben Versuchsfelde machten wie von Seelhorst, verfolgten in einigen Fällen Wurzeln bis in Tiefen von über 200 cm. Gleiche Angaben werden von Schulze (1906) über den erheblichen Tiefgang der Kartoffelwurzeln (bis 277 cm), die in gemauerten Erdgruben mit aufgefülltem Boden gewachsen waren, gemacht. Schulz-Lupitz (1895, S. 28) gibt auf Grund seiner 1893 in Lupitz gemachten Untersuchungen an, daß die Wurzeln nur dann in die tieferen und festen Untergrundschichten des Bodens vordringen können, wenn durch tiefwurzelnde Vorfrüchte die Hindernisse eines zu harten Untergrundes beseitigt worden sind. Es ist anzunehmen, daß es sich bei den verschiedenen Ergebnissen, die die einzelnen Versuchsansteller erzielten, nicht nur um Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit, sondern zum Teil auch um morphologische Sortenunterschiede handelte. In dem folgenden Abschnitt sollen nun die Bilder besprochen werden, die sich mir nach dem Auswaschen der Wurzelkisten von der Ausbreitung des Wurzelsystems der sieben untersuchten Sorten boten.

Sorte: Paulsens „Juli“.

Im Jahre 1928 zeigten die beiden Pflanzen, die von „Juli“ untersucht wurden, ein relativ gut übereinstimmendes Bild in bezug auf die Wachstumsrichtung ihrer Adventivwurzeln. Bei beiden Pflanzen kann man die bevorzugte Richtung mit einem Winkel von ungefähr 45° gegen die Wagerechte angeben (Abb. 1), während außer den in dieser Richtung verlaufenden Wurzeln aber noch ein sehr großer Teil bedeutend flacher gewachsen ist und zwischen den ersten beiden Sieben zu finden ist. In größere Tiefen drangen die Adventivwurzeln in diesem Jahre nicht vor, und die größte erreichte Länge ist mit 83 cm angegeben. Von den Seitenwurzeln

ist auf der Abbildung nicht mehr viel zu sehen, da sie nach dem Auswaschen in dicken Strähnen herunterhingen.

Im Jahre 1929 war die eine Pflanze nur schwach entwickelt. Bei ihr gehörten Wurzeln, die steiler als 45° abstiegen, zu den Seltenheiten. Die größte Wurzelmenge befand sich zwischen den obersten drei Sieben mit einer bevorzugten Wachstumsrichtung von etwa $30-45^\circ$. Die größte erreichte Länge betrug 90 cm.



Abb. 1. „Juli“ 1928.

(Die senkrecht vor den Sieben herabhängenden Enden der Wurzeln sind nicht abgeschnitten. Photographie von Snell.)

Da diese Pflanze aber auch teilweise abgestorben war, so kann man sie nicht als maßgebend ansehen. Die zweite Pflanze dieser Sorte hatte sich sehr gut entwickelt, und man hatte bei ihr besonders gut Gelegenheit, die langen Seitenwurzeln zu beobachten, die ihrerseits wieder sehr feine Seitenwürzelchen ausgebildet hatten. Bei den primären Seitenwurzeln waren Längen bis zu 55 cm festzustellen. Wurzeln, die flacher als in 45° Richtung verliefen, waren verhältnismäßig selten. Kläsener (1924, S. 80) fand bei der Untersuchung des Wurzeltiefganges der Sorte „Juli“, daß fast 55% der Gesamtwurzelmenge in der obersten Bodenschicht bis 30 cm Tiefe lagen, während in den nächsten 30 cm

nur noch ungefähr 31,5% zu finden waren. Die folgenden 30 cm schließen sich dann mit 11,6% und die nächsten 20 cm mit 1,9% an.

Die größte von mir festgestellte Wurzellänge betrug 130 cm. Das Absterben der Wurzeln hatte bei dieser Pflanze, die auch im Laub noch ziemlich grün war, noch nicht begonnen.

Im Jahre 1930 konnte ich an der Sorte „Juli“ in den Wurzelkisten keine Beobachtungen machen, da die beiden Knollen, die ich gleichzeitig mit den anderen Sorten gepflanzt hatte, im Boden gefault waren. Die Pflanzen, die sich aus den Ersatzknollen entwickelt hatten, waren aber so kümmerlich, daß sie nicht als Vergleichsobjekte zu verwenden waren.

Sorte: „Krebsfeste Kaiserkrone“.

An der Sorte „Krebsfeste Kaiserkrone“ sind in früheren Jahren noch keine Untersuchungen gemacht worden. Leider habe ich auch bei ihr, wie es bei der ersten Pflanze von „Juli“ der Fall war, im Jahre 1929 etwas zu lange mit dem Auswaschen gewartet. Die abgestorbenen Wurzeln waren naturgemäß durch das Spülen verloren gegangen, so daß es den Anschein hatte, als hätte sich kein sehr reiches Wurzelsystem gebildet. Es steht nun zu vermuten, daß die verbliebenen Wurzeln die stärkeren waren. Aber selbst diese zeigten wenig Neigung, steil nach unten zu wachsen. Die feineren Wurzeln werden aber aller Wahrscheinlichkeit nach noch weniger Tiefenwachstumsbestreben gezeigt haben; jedenfalls konnte ich bei den anderen Sorten beobachten, daß die dicksten Wurzeln auch den größten Tiefgang hatten und die steilste Wachstumsrichtung zeigten.

Bei der zweiten Pflanze waren nur zwei stärkere und eine mittlere Wurzel unter etwa 45° Abstieg gewachsen. Die längste Wurzel war 75 cm lang. Die



Abb. 2. „Krebsfeste Kaiserkrone“ 1930.

größte Wurzelmenge lag zwischen den obersten drei Sieben und zum Teil sogar noch auf dem obersten. Die Wurzeln waren noch nicht in dem Maße abgestorben wie bei der ersten Pflanze. Es scheint sich demnach bei „Krebsfeste Kaiserkrone“ um eine ziemlich flachwurzelnende Sorte zu handeln, deren Wurzeln nicht sehr lang werden, dafür aber den Boden in der Nähe der Staude um so dichter durchwuchern.

Auch die beiden Pflanzen aus dem Jahre 1930 zeigten deutlich den flachwurzelnenden Charakter dieser Sorte.

Im unteren Drittel beider Kisten waren kaum noch Wurzeln zu finden. Allerdings scheint bei der einen Pflanze eine etwas

steilere Wachstumsrichtung der Wurzeln als 45° vorzuherrschen (Abb. 2). Die größte Wurzellänge betrug aber nur 70 cm, während die Seitenwurzeln im allgemeinen etwa 20—30 cm lang waren.

Sorte: Böhms „Odenwälder Blaue“.

Von der Sorte „Odenwälder Blaue“ liegen schon eine Reihe von Untersuchungen vor, mit denen Snell 1925 begonnen hat. Aus den vorhandenen Lichtbildern der Jahre 1925/26 und 1928



Abb. 3. „Odenwälder Blaue“ 1928.
(Die senkrecht vor den Sieben nach unten hängenden Wurzeln sind nicht abgeschnitten. Photographie v. Snell.)

kann man sich kein klares Urteil über die Wurzel ausbreitung bilden. Die Wurzelbilder dieser drei Jahre waren nur 1928 ziemlich übereinstimmend, während in den beiden anderen Jahren je eine Pflanze flach wurzelte und die andere jedesmal eine bedeutend steilere Wachstumsrichtung aufwies. Beide Male waren die beiden Flachwurzeler schwächer entwickelt als die beiden Tiefwurzeler.

Anders lagen die Dinge im Jahre 1928, wo beide Pflanzen gut entwickelt waren und trotzdem flach wurzelten (Abb. 3). Die Abbildung gibt auch von der Zahl und Länge der Seitenwurzeln eine sehr gute Vorstellung.

Bei meinen Beobachtungen im Jahre 1929 zeigte sich in beiden Fällen für die Mehrzahl der Wurzeln ein Richtungswinkel von 45° und mehr gegen die Horizontale. Es fallen auch hier wieder die sehr langen Seitenwurzeln stark ins Auge. Bei der zweiten Pflanze kommen zwischen dem dritten und fünften Sieb von oben zwei dieser Seitenwurzeln (Abb. 4), die in der oberen Hälfte des dritten Siebzischenraumes nach links und rechts von einer Adventivwurzel abzweigen, sehr gut zum Ausdruck. Eine dieser Seitenwurzeln hat eine Länge von 80 cm erreicht, während

die größte, von einer Adventivwurzel erreichte Länge 125 cm betrug.

Die Wurzeln der beiden Pflanzen aus dem Jahre 1930 zeigten wieder ein typisches Tiefenwachstumsbestreben, wenn auch nicht ganz so ausgeprägt wie im Vorjahre. Es fällt wieder die große Anzahl und Länge der Seitenwurzeln stark ins Auge. Einige



Abb. 4. „Odenwälder Blaue“ 1929.



Abb. 5. „Odenwälder Blaue“ 1930.

Adventivwurzeln wurden über 100 cm lang und bei den Seitenwurzeln gehörten Längen von 50 cm nicht zu den Seltenheiten (Abb. 5). Auf die abweichende Ausbildung des Wurzelsystems in den verschiedenen Jahren wird später eingegangen werden.

Sorte: „Königsniere“ (Heines Stauden-Auslese).

Eine gewisse Ähnlichkeit in der Wurzel Ausbildung mit der Sorte „Odenwälder Blaue“ läßt sich bei „Königsniere“ beobachten. Die langen und in reicher Zahl vorhandenen Seitenwurzeln kommen auf der Abbildung sehr gut zum Ausdruck. Flach in der oberen Bodenschicht verlaufende Wurzeln gehörten zu den Seltenheiten. Bei beiden Pflanzen, die 1929 untersucht wurden, liegt die bevorzugte Wachstumsrichtung zwischen 50 und 60 °

gegen die Horizontale. Die Adventivwurzeln erreichten Längen von 130 cm, während bei den Seitenwurzeln häufig Längen von über 50 cm beobachtet werden konnten (Abb. 6).

Seitenwurzeln von dieser Länge konnte ich besonders im unteren Teil der Kiste feststellen, wogegen sie oben ziemlich dünn und relativ kurz geblieben waren. Wahrscheinlich ist dieses Verhalten darauf zurückzuführen, daß die Wurzeln im unteren Teil der Kiste weniger Nahrung fanden, da, wie schon erwähnt, dieser Teil mit Untergrunderde gefüllt war.

Diese Annahme wird noch durch einen Kontrollversuch unterstützt, den ich im Jahre 1930 mit dieser Sorte ansetzte. Ich füllte nämlich als Vergleich eine Kiste nicht im unteren Teile mit Untergrund und oben mit Mutterboden, sondern von oben bis unten mit einem Gemisch von $\frac{2}{3}$ Kompost und $\frac{1}{3}$ Drittel reinem Untergrundsand. Das änderte zwar nichts an dem tiefwurzelnenden Charakter, den die Sorte „Königsniere“ auch in diesem Jahre zeigte, aber das Gewirr der zahlreichen langen Seitenwurzeln fehlte. Diese waren nämlich nur in bescheidener Anzahl gebildet worden und hatten auch nur geringe Längen erreicht (Abb. 7). Offenbar waren die Bedingungen zur Ausbildung der Seitenwurzeln in dem nährstoffarmen Boden günstiger als in dem nährstoffreicheren.

Die gleiche Ansicht wird auch an mehreren Stellen in der Literatur vertreten. So ist Pistohlkors (1898, S. 34) der Ansicht, „daß die Kulturpflanzen mehr oder weniger die Tendenz zeigen, bei geringen Nährstoffmengen ihr Wurzelsystem stärker zu verzweigen, um den Nährstoffmangel durch eine größere Aufnahme­fläche decken zu können“. Damit stimmen nach Angaben vom Patent- und technischen Bureau von Richard Lüders, Görlitz auch Beobachtungen von Dehérain und Bréal (1894, S. 584) und Heinrich (1882, S. 76) überein. Interessant ist der Versuch, den Bréal (S. 584) in dieser Richtung anstellte. Er schnitt einer Maispflanze die Wurzeln bis auf ungefähr 1 cm ab. Dann stellte er die Pflanze auf den Rand zweier nebeneinander stehender Gefäße, von denen das eine nur Wasser enthielt und das andere mit einer Nährlösung gefüllt war. Nun stellte sich heraus, daß die Hälfte der Wurzeln, die in das Wasser eintauchte, eine weitaus größere Längenzunahme aufwies als die andere Hälfte, die in dem nährstoffreichen Medium wuchs. Auch Polle (1910, S. 313) und Kampe (1929, S. 54) stellten bei einigen Getreide-

arten eine stärkere Wurzelentwicklung in ungedüngtem Boden fest. Beide Autoren lassen diese stärkere Entwicklung aber nur für Pflanzen im Jugendstadium gelten. Über ein weniger verzweigtes Wurzelsystem im nährstoffreichen als im nährstoffarmen Sandboden, berichtet in neuster Zeit auch Gordienko (1930, S. 131), der seine Beobachtungen an jungen Roggen-, Quecken- und Erbsenpflanzen machte.

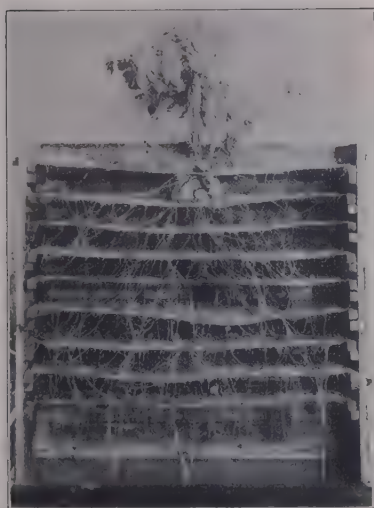


Abb. 6. „Königsniere“ 1929.



Abb. 7. „Königsniere“ 1930
(in nährstoffreicherer Erde gewachsen).

Ebenso zahlreich aber wie die Ansichten, die sich für eine starke Wurzelentwicklung in ungedüngtem Boden aussprechen, sind in der Literatur die Angaben, die das Gegenteil behaupten (u. a. Nobbe [1862, S. 217], von Seelhorst [1902, S. 99]). Polle (1910, S. 312) und Kampe (1929, S. 54) erklären diese widersprechenden Ansichten dadurch, daß sie, wie erwähnt, nur jugendlichen Pflanzen eine stärkere Wurzelentwicklung im nährstoffarmen Boden zusprechen, daß aber ein nährstoffreicher Boden eine starke Wurzelentwicklung in fortgeschrittenem Vegetationsstadium hervorruft.

Allen diesen Angaben liegen keine Beobachtungen an Kartoffelpflanzen zugrunde. Da aber die von mir untersuchte Kartoffelpflanze ihr Wachstum so gut wie abgeschlossen hatte und

trotzdem ein verhältnismäßig wenig verzweigtes Wurzelsystem zur Entwicklung gekommen war, so ist anzunehmen, daß nicht alle Kulturpflanzen gleichmäßig auf verschiedene Bodenqualitäten reagieren. Weil aber Untersuchungen dieser Art im Rahmen der vorliegenden Arbeit ursprünglich nicht vorgesehen waren, so stützen sie sich nur auf eine Versuchs- bzw. Vergleichspflanze und bedürfen infolgedessen noch einer weiteren Nachprüfung.



Abb. 8. „Parnassia“ 1928.

(Die senkrecht vor den Sieben herunterhängenden Wurzeln sind nicht abgeschnitten. Photographie von Snell.)



Abb. 9. „Parnassia“ 1929.

Sorte: von Kamekes „Parnassia“.

Die Lichtbilder, die von der Sorte „Parnassia“ aus dem Jahre 1928 vorliegen, zeigen eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Wurzelbild, welches sich mir in den Sommern 1929 und 1930 nach dem Auswaschen bot. Daß es sich bei „Parnassia“ um eine flachwurzelnde Sorte handelt, läßt sich besonders auf den Abbildungen von 1928 beobachten (Abb. 8).

Aber auch in den Jahren 1929 und 1930 erreichten nur wenige Wurzeln den Boden der Kisten. Der Richtungswinkel, in dem die meisten Wurzeln gewachsen waren, betrug 45°. Die größte

Wurzelnanzahl lag zwischen den oberen drei bis vier Sieben. Aus den stärkeren Adventivwurzeln waren auch hier Seitenwurzeln in beträchtlicher Zahl und Länge hervorgegangen. Bei den Seitenwurzeln betrug die größte Länge 50—55 cm, während ich bei den Adventivwurzeln bis 110 cm messen konnte (Abb. 9).

Sorte: Cimbals „Fürst Bismarck“.

Die Sorte „Bismarck“ wurde bereits in den Sommern 1925 und 1928 untersucht. Legt man die Beobachtungen und die Ab-



Abb. 10. „Fürst Bismarck“ 1925.
(Die vor den Sieben herunterhängenden
Wurzeln sind nicht abgeschnitten.
Photographie von Snell.)



Abb. 11. „Fürst Bismarck“ 1929.

bildungen aus diesen beiden Jahren zugrunde, so könnte man annehmen, daß man es bei „Bismarck“ mit einer flachwurzeln Sorten zu tun hätte (Abb. 10).

Im Sommer 1929 war eine Pflanze schwach entwickelt, so daß mir nur eine gut entwickelte Vergleichspflanze zur Verfügung stand. Diese aber zeichnete sich im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen durch ein ausgesprochenes Tiefenwachstum der Wurzeln aus (Abb. 11). Eine große Anzahl hatte den Boden der

Kiste erreicht, und es konnten Längen von 130 cm gemessen werden. Die in der Mitte des Bildes fast senkrecht vor den Sieben hinunterlaufende Adventivwurzel wurde nicht abgeschnitten, weil man durch die von ihr nach rechts und links abzweigenden Seitenwurzeln ein sehr gutes Bild von deren Zahl und Länge erhält. Die größte von mir bei einer Seitenwurzel gemessene Länge betrug 75 cm. Die ganze Kiste war von einem Gewirr dieser feinen Wurzeln durchzogen, deren große Anzahl übrigens auch schon in früheren Jahren auffiel.

Das Wurzelbild der Sorte „Bismarck“ aus dem Jahre 1930 hatte große Ähnlichkeit mit demjenigen von 1929. Auch in diesem Jahre zeigten die Adventivwurzeln eine steile Wachstumsrichtung und hatten in reicher Anzahl Seitenwurzeln entwickelt. Die größte bei einer Adventivwurzel gemessene Länge betrug 110 cm. Bei den Seitenwurzeln gehörten Längen von 45—50 cm nicht zu den Seltenheiten.

Sorte: von Kamekes „Beseler“.

Die Sorte „Beseler“, die 1928 zum erstenmal untersucht wurde, hatte in diesem Jahre einen ausgesprochen flachwurzelnden Charakter (Abb. 12). 1929 und 1930 dagegen gingen ihre Wurzeln durchweg in sehr steiler Richtung in die Tiefe (Abb. 13). In beiden Jahren erreichte eine beträchtliche Anzahl Wurzeln den Kistenboden. Die bevorzugte Wachstumsrichtung kann man vielleicht als eine, einem Winkel von $50-60^{\circ}$ nahegelegene bezeichnen, während für 1928 der Winkel, in dem die meisten Wurzeln gewachsen waren, um etwa 25° geringer war. Auch hier waren Seitenwurzeln in reicher Zahl vorhanden und hatten in allen drei Jahren größere Längen (bis 80 cm) besonders im unteren Teil der Kiste erreicht. Die größte an einer Adventivwurzel gemessene Länge betrug 130 cm. Von der Menge der Seitenwurzeln gibt besonders die Abbildung aus dem Jahre 1930 eine sehr gute Vorstellung, und es ist deutlich zu sehen, wie sie in allen Richtungen des Raumes die Erde durchwuchert hatten.

Faßt man zusammen, so ist über die Untersuchungen in den Wurzelkisten zu sagen, daß alle Sorten, mochten sie flach oder tief wurzeln, an den Adventivwurzeln sehr reichlich Seitenwurzeln gebildet hatten, die, wie geschildert, zum Teil beträchtliche Längen erreichten. Die längsten Seitenwurzeln hatten dann ihrerseits wieder kleine Seitenwürzelchen ausgebildet.

In der Tiefenausbreitung des Wurzelsystems ergaben sich bei den verschiedenen Sorten erhebliche Unterschiede. Aber auch innerhalb einzelner Sorten war die Wachstumsrichtung nicht in jedem Jahre gleich. Während diese Sorten sich in dem einen Jahre als Tiefwurzeler zeigten, mußten sie in einem anderen Jahre als Flachwurzeler bezeichnet werden. Diese Beobachtung macht den in der Einleitung (S. 299) aufgestellten Satz von den geringen Unter-



Abb. 12. „Beseler“ 1928.
(Die vor den Sieben herunterhängenden
Wurzeln sind nicht abgeschnitten.
Photographie von Snell.)



Abb. 13. „Beseler“ 1930.

schieden in der Wurzel ausbreitung der Intensivsorten und der großen Anpassungsfähigkeit in der Wurzel ausbildung der Extensivsorten wahrscheinlich. Es ist daher erklärlich, daß die Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“, die bei ihrem flachwurzeln den Charakter die Tiefenfeuchtigkeit nicht ausnutzen können, auch nicht in der Lage sind, in trockenen Jahren oder auf leichten Böden noch Höchsternten zu liefern. Gleichlautend sind auch die Berichte über die Bodenansprüche dieser Sorten aus der Praxis. (Beobachtungen über den Einfluß usw. 1921, S. 200 u. f.) (Oberstein, Die Kartoffel 1925, S. 24 u. f.)

Was aber die Sorten „Odenwälder Blaue“, „Königsniere“, „Bismarck“ und „Beseler“ anbetrifft, so haben diese in den Jahren 1929 und 1930 ihre Wurzeln durchweg in steiler Richtung tief in den Boden geschickt, was in früheren Jahren (besonders 1928) nicht immer der Fall war. Das läßt sich wahrscheinlich darauf zurückführen, daß die Wurzelkisten in früheren Jahren durch häufiges Gießen immer in gutem Feuchtigkeitszustand gehalten wurden, während in den beiden letzten Jahren nach Möglichkeit die natürlichen Feuchtigkeitsverhältnisse der Umgebung beibehalten wurden. Diese Extensivsorten, bei denen nach Oberstein bezüglich der Erträge eine große Anpassungsfähigkeit an Bodenfeuchtigkeits- und Bodentrockenheitsextreme besteht, zeigten also in meinen Versuchen, daß sie diese gute Eigenschaft lediglich der Fähigkeit einer verschiedenen Ausbildung ihrer Wurzelsysteme verdanken; denn sie können in Dürreperioden oder auf leichten Böden ihre Wurzeln in größere Tiefen schicken und auf diese Weise ihren Wasserbedarf decken. Werden sie dagegen auf einem Standort mit guten Wasserverhältnissen angebaut, so bleibt auch bei ihnen die Ausbreitung des Wurzelsystems auf die oberen Bodenschichten beschränkt.

Zu welcher Gruppe die Sorte „Juli“ zu rechnen ist, soll nicht mit Sicherheit entschieden werden, da sich in den beiden letzten Jahren nur an einer Pflanze maßgebende Beobachtungen machen ließen, und infolgedessen keine genaue Charakteristik möglich ist. Später zu erwägende Anzeichen sprechen aber dafür, daß sie wahrscheinlich zu den anpassungsfähigen Sorten gehört.

2. a) Anzahl der Adventivwurzeln je Stengel, b) Anzahl der Wurzeln je Büschel, c) Anzahl der jeweils nach dem Behäufeln gebildeten Wurzeln.

Methodik.

Um zahlenmäßig die durchschnittliche Wurzelanzahl zu erfassen, würden die wenigen in den Wurzelkisten untersuchten Pflanzen nicht genügt haben. Ich pflanzte daher im Jahre 1929 von jeder Sorte 18 Knollen in Zinktöpfe (je 2 Knollen in einen Topf) und 30 Knollen auf das Feld. Die aus diesen Knollen entwickelten Pflanzen wurden während der Blütezeit ausgewaschen. Die Feldpflanzen wurden hierzu mit einem Erdballen von ca. 30 cm Durchmesser aus dem Boden ausgehoben und, damit die Erde leicht mit dem Wasser abfließen konnte, auf ein erhöht liegendes Sieb gesetzt.

Auf diese Weise wurden die Anfänge der Adventivwurzeln freigelegt, sodaß ihre Zahl und die Anzahl der in den einzelnen Büscheln gebildeten Wurzeln untersucht werden konnte.

Vor dem Behäufeln zeichnete ich mit Spirituslack an den Stengeln die Stellen an, wo sie aus der Erde herausstraten, damit nach dem Auswaschen noch festzustellen war, wieviel Wurzeln die Pflanzen nach dem Behäufeln gebildet hatten. Als ein ideales Mittel zur Kennzeichnung kann der Spirituslack zwar nicht bezeichnet werden, da die Ringe sehr kräftig gezogen werden müssen, und außerdem bei dem Auswaschen die größte Vorsicht geboten ist, weil sonst die ganze Markierung weggespült wird. Ich habe mir dann so geholfen, daß ich den Stengel an der Stelle, wo die Marke beim Auswaschen sichtbar wurde, sogleich mit einer Stecknadel durchstochen habe. Zugunsten des Spirituslackes muß jedoch erwähnt werden, daß er in keiner Weise ätzend auf die Stengel einwirkt, und daß er beim Auswaschen immer noch besser anhaftet, als die gewöhnliche Ausziehtusche. Bleiben die Pflanzen dann im Wasser stehen, was sich nicht immer vermeiden läßt, blättert er aber sehr schnell ab. In diesem Falle ist dann allerdings die Kennzeichnung durch Stecknadeln unerlässlich. Wie ich später aus der amerikanischen Literatur ersah (Fellows 1926, S. 759), soll sich für Markierungen an lebenden und mit Erde bedeckten Pflanzenteilen indische Tinte vorzüglich eignen.

Da sich in der Wurzelbildung nach dem Behäufeln im Jahre 1929 bei den verschiedenen Sorten zum Teil erhebliche Unterschiede ergaben, so war ich nicht sicher, ob dieses auf ein ungleichmäßiges Behäufeln zurückzuführen sei. Ich füllte daher im Jahre 1930 als Kontrolle die Zinktöpfe so, daß etwa noch 8 cm unter dem Rande frei von Erde blieben. Ein vollständiges Füllen fand erst dann statt, als die Pflanzen reif zum Behäufeln waren und nachdem auch die Stelle ihres Austritts aus dem Boden gekennzeichnet worden war. Wegen der Schwierigkeit des Nachfüllens und Markierens konnte aber in jeden Topf nur eine Knolle gepflanzt werden, sodaß ich, da nicht mehr Töpfe zur Verfügung standen, nur die Hälfte an Topfpflanzen erhielt wie im Jahre 1929. Auf dem Felde wurden dafür im Jahre 1930 von jeder Sorte 50 Knollen ausgepflanzt.

Die Zinktöpfe, deren ich mich für diesen Versuch bediente, wurden mit einem Gemisch von $\frac{2}{3}$ Komposterde und $\frac{1}{3}$ Untergrundsand gefüllt, während die Feldpflanzen unter den normalen Verhältnissen des Dahlemer Versuchsfeldes wuchsen.

Ergebnisse.

Mit den Topfversuchen wurde schon im Jahre 1925 begonnen, und zwar begnügte man sich in den verflossenen Jahren damit, lediglich die Anzahl der gebildeten Adventivwurzeln festzustellen. Diese hängt naturgemäß zum großen Teil von der Stärke der Erdschicht ab, mit welcher die Mutterknollen beim Pflanzen bedeckt werden. Liegt die Knolle tief, so sind die unterirdischen Stengelteile lang, und es können sich infolgedessen viele Wurzeln bilden. Liegt umgekehrt die Knolle flach unter der Bodenoberfläche, so ist der Stengelteil, an dem sich Wurzeln bilden können, nur klein. In gewissem Grade werden diese Unterschiede dadurch ausgeglichen, daß an einem kurzen unterirdischen Stengelteil die Wurzelbüschel bedeutend näher zusammensitzen, als an einem langen. Immerhin können diese Unterschiede in der Zahl der Wurzeln bei sehr kurzen gegenüber sehr langen unterirdischen Stengelteilen nicht ganz ausgeglichen werden. Auch die Stengel, die aus den in der Nähe des Nabels gelegenen Augen hervorgehen, weisen, vorausgesetzt, daß beim Pflanzen der Nabel nach unten zu liegen kommt, sodaß sie einen längeren unterirdischen Sproßteil bilden müssen, meist einige Wurzeln mehr auf, als die kürzeren Stengel aus den Kronenaugen, wenn diese letzteren auch im allgemeinen etwas dicker sind.

Wie schon erwähnt, begnügte ich mich in den Jahren 1929 und 1930 nicht mit den Topfversuchen, sondern pflanzte außer den Knollen in Töpfen noch je 30 bzw. 50 Knollen auf dem Versuchsfelde aus. Da die Bedingungen, unter denen die Topfpflanzen und die Feldpflanzen wuchsen, aber nicht die gleichen waren, so ist es natürlich nicht möglich, zwischen beiden Versuchsreihen Beziehungen aufzustellen. Will man aber trotzdem vergleichen, so sind die errechneten Werte immer nur relativ zu betrachten und niemals absolut aufzufassen. Dasselbe gilt auch für Vergleiche der einzelnen Jahreswerte untereinander.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Werte, die sich bei der Berechnung der mittleren Adventivwurzelanzahl je Stengel ergaben, mit den Bezeichnungen der Kopenhagener Vereinbarungen (Roemer 1930, S. 206) wiedergegeben. Die Werte sind deshalb immer nur auf den einzelnen Stengel bezogen, weil die Stengelanzahl innerhalb der Stauden selbst bei ein und derselben Sorte sehr wechselnd sein kann (siehe auch Schwartz 1927, Bd. IX, S. 478),

sodaß sich bei einer Berechnung für die ganze Stauende die Variabilität der Wurzelanzahl unnötig vergrößert hätte. (Tabellen siehe Seite 322 und 323.)

Als Vergleich sollen noch die Mittelwerte angeführt werden, die sich bei den Wurzelzählungen aus den Topfversuchen der früheren Jahre ergeben haben.

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß die Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“ sich vor allen anderen Sorten durch eine besonders hohe Wurzelanzahl auszeichnen. Hierbei ist zu bemerken, daß natürlich nur die Zahlen eines Jahres untereinander verglichen werden können. Auch bei Vergleichen der anderen Sorten untereinander ergeben sich zum Teil noch durch m(D) gesicherte Unterschiede: aber diese sind nicht so in die Augen fallend, als daß ihrer hier noch besonders Erwähnung getan werden soll.

Noch interessanter ist es, die Zahlen der vor und nach dem Behäufeln gebildeten Wurzeln zu vergleichen. Auf dem Felde war die Sorte „Königsniere“ in beiden Jahren allen anderen Sorten in der Wurzelneubildung weit voraus. Sehr träge in der nachträglichen Wurzelbildung nach dem Behäufeln waren dagegen, besonders im Jahre 1929, die beiden späten Sorten „Bismarck“ und „Beseler“ und die Sorte „Odenwälder Blaue“. Bei dem 1930 als Kontrolle angesetzten Topfversuch ergaben sich, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, keine durch m(D) gesicherten Unterschiede. Dies ist auf die zu geringe Anzahl von Versuchspflanzen zurückzuführen.

In diesen sowohl als auch in den folgenden Tabellen fällt weiterhin noch auf, daß die Werte für A im Jahre 1930 durchweg etwas höher lagen als im Jahre 1929. Die Ursache hierfür zu erklären, soll in einem späteren Abschnitt versucht werden.

Erhebliche Unterschiede ließen sich bei den verschiedenen Sorten auch in der Anzahl der in den einzelnen Büscheln gebildeten Wurzeln beobachten. Während die Zahlen im allgemeinen um 3,5 schwankten, zeigten einige Sorten jedoch, wie aus den nachfolgenden Tabellen zu ersehen ist, beträchtliche Abweichungen (Tabellen S. 324 und 325).

Durch eine besonders hohe Wurzelanzahl in den einzelnen Büscheln zeichnete sich die Sorte „Krebsfeste Kaiserkrone“ aus. Bei ihr fiel außerdem noch auf, daß des öfteren zwei Wurzeln von der Ansatzstelle am Stengel aus, auf 1—2 cm Länge miteinander verwachsen waren und sich erst hier teilten. Solche Wurzeln wurden, obwohl sie nur eine Ansatzstelle hatten, bei meinen Zähl-

Wurzelsanzahl je Stengel.

Topfversuche 1925—1928.

	Juli	Odenwälder Blaue	Königsniere	Parnassia	Bismarck	Beseler
1925	—	16,5	—	—	—	14,9
1926	16,4	16,0	20,0	27,5	—	—
1927	16,3	—	17,1	24,2	21,9	—
1928	16,1	—	15,6	24,9	18,2	23,2

Wurzelsanzahl je Stengel vor und nach dem Behäufeln.

Feldversuch.

Sorte	Jahr		A	m ±	σ %	D	m(D) ±
Juli	1929	unbehäufelt	22,97	0,62	34,38	1,40	0,88
		behäufelt	24,37	0,63	32,57		
	1930	unbehäufelt	22,63	0,51	33,19	3,80	0,74
		behäufelt	26,43	0,54	29,68		
Krebsfeste Kaiserkrone	1929	unbehäufelt	27,57	0,86	37,29	3,71	1,22
		behäufelt	30,28	0,87	34,13		
	1930	unbehäufelt	33,51	0,84	34,83	5,46	1,18
		behäufelt	38,97	0,83	29,51		
Odenwälder Blaue . .	1929	unbehäufelt	21,95	0,50	28,86	0,61	0,71
		behäufelt	22,56	0,51	28,79		
	1930	unbehäufelt	24,79	0,48	31,75	2,09	0,67
		behäufelt	26,88	0,47	28,74		
Königsniere	1929	unbehäufelt	21,51	0,70	32,26	4,19	0,95
		behäufelt	25,70	0,69	28,29		
	1930	unbehäufelt	26,23	0,50	30,77	5,89	0,71
		behäufelt	32,12	0,51	25,95		
Parnassia	1929	unbehäufelt	30,92	0,86	27,01	3,34	1,22
		behäufelt	34,26	0,87	24,67		
	1930	unbehäufelt	36,30	0,73	25,36	5,54	1,02
		behäufelt	41,84	0,71	21,31		
Bismarck	1929	unbehäufelt	25,94	0,79	29,71	1,04	1,14
		behäufelt	26,98	0,82	29,62		
	1930	unbehäufelt	27,48	0,80	39,75	2,93	1,13
		behäufelt	30,41	0,81	36,46		
Beseler	1929	unbehäufelt	24,18	0,52	23,16	1,70	0,83
		behäufelt	25,88	0,56	23,42		
	1930	unbehäufelt	25,20	0,44	26,73	3,43	0,66
		behäufelt	28,63	0,49	26,53		

Wurzelnanzahl je Stengel vor und nach dem Behäufeln.
Topfversuch.

Sorte	Jahr		A	m ±	σ %	D	m(D) ±
Juli	1929	unbehäufelt	16,98	0,57	35,92		
	1930	unbehäufelt	21,14	1,17	36,62		
		behäufelt	23,07	1,19	34,35	1,93	1,68
Krebsfeste Kaiserkrone	1929	unbehäufelt	27,10	1,27	49,27		
	1930	unbehäufelt	34,31	1,69	29,49		
		behäufelt	37,09	1,59	25,75	2,78	2,32
Odenwälder Blaue . .	1929	unbehäufelt	18,50	0,41	25,51		
	1930	unbehäufelt	25,56	1,09	25,61		
		behäufelt	26,53	1,02	23,20	0,97	1,49
Königsniere	1929	unbehäufelt	20,98	0,82	34,80		
	1930	unbehäufelt	23,67	0,92	25,61		
		behäufelt	27,97	1,24	28,88	4,30	1,54
Parnassia	1929	unbehäufelt	27,27	1,14	33,74		
	1930	unbehäufelt	32,50	2,34	39,35		
		behäufelt	37,67	2,50	36,35	5,17	3,42
Bismarck	1929	unbehäufelt	16,50	0,75	32,04		
	1930	unbehäufelt	25,07	1,86	44,00		
		behäufelt	26,36	1,95	43,85	1,29	2,70
Beseler	1929	unbehäufelt	19,58	0,57	31,16		
	1930	unbehäufelt	25,00	1,14	24,10		
		behäufelt	26,79	1,23	24,21	1,79	1,67

lungen als zwei Wurzeln gerechnet. Die Wurzeln sind in den Büscheln halbkreisförmig über der Austrittsstelle der Stolonen angeordnet. Diese Anordnung zeichnete sich bei „Krebsfeste Kaiserkrone“ durch einen besonders hohen Kreisbogen aus, im Gegensatz zu der Sorte „Beseler“, bei welcher dieser Bogen ziemlich flach war. Bei den anderen Sorten kann man die Bogen vielleicht als normal bezeichnen.

Nach „Krebsfeste Kaiserkrone“ weist „Parnassia“ die meisten Wurzeln je Büschel auf. „Beseler“ dagegen fiel durch ihre geringe Wurzelnanzahl besonders ins Auge. Bei den anderen untersuchten Sorten waren nicht so große Unterschiede vorhanden.

In den Tabellen ist aus den Zahlen für die Feldversuche 1929 und 1930 und den Topfversuch 1930 zu sehen, daß das

Wurzelsanzahl je Büschel unbehäufelt und behäufelt.

Feldversuch.

Sorte	Jahr	A	m +	σ %	
Juli	1929	unbehäufelt	3,54	0,04	31,97
		behäufelt	3,49	0,03	32,71
	1930	unbehäufelt	3,73	0,03	32,37
		behäufelt	3,63	0,03	34,21
Krebsfeste Kaiserkrone .	1929	unbehäufelt	4,58	0,04	27,71
		behäufelt	4,42	0,04	30,56
	1930	unbehäufelt	5,36	0,05	29,45
		behäufelt	5,11	0,04	33,09
Odenwälder Blaue . . .	1929	unbehäufelt	3,27	0,03	28,39
		behäufelt	3,24	0,03	29,13
	1930	unbehäufelt	3,75	0,03	28,50
		behäufelt	3,62	0,03	31,19
Königsniere	1929	unbehäufelt	3,49	0,03	26,13
		behäufelt	3,39	0,03	28,95
	1930	unbehäufelt	3,99	0,03	32,32
		behäufelt	3,90	0,03	34,12
Parnassia	1929	unbehäufelt	3,79	0,04	26,58
		behäufelt	3,69	0,04	29,11
	1930	unbehäufelt	4,60	0,03	26,38
		behäufelt	4,51	0,03	28,74
Bismarck	1929	unbehäufelt	3,42	0,04	34,51
		behäufelt	3,34	0,04	36,73
	1930	unbehäufelt	4,00	0,04	30,76
		behäufelt	3,83	0,04	40,31
Beseler	1929	unbehäufelt	2,85	0,03	29,50
		behäufelt	2,80	0,03	30,36
	1930	unbehäufelt	3,19	0,02	30,28
		behäufelt	3,03	0,02	33,69

arithmetische Mittel kleiner wurde, wenn man die nach dem Behäufeln gebildeten Wurzeln in die Berechnung mit einbezog. Dieses ist darauf zurückzuführen, daß in den Büscheln, die sich nach dem Behäufeln gebildet hatten, fast immer weniger Wurzeln vorhanden waren als in den Büscheln vor dem Behäufeln.

Die nachträglich gebildeten Wurzeln waren außerdem meist nur sehr fein, was ja, da sie bedeutend jünger waren, als die vor

Wurzelnanzahl je Büschel unbehäufelt und behäufelt.

Topfversuch.

Sorte	Jahr	A	m +	σ %
Juli	1929 unbehäufelt	3,45	0,05	31,03
	1930 unbehäufelt	3,77	0,07	29,70
	behäufelt	3,60	0,07	32,69
Krebsfeste Kaiserkrone .	1929 unbehäufelt	4,92	0,05	26,07
	1930 unbehäufelt	5,54	0,09	24,88
	behäufelt	5,03	0,11	34,37
Odenwälder Blaue . . .	1929 unbehäufelt	3,58	0,03	23,00
	1930 unbehäufelt	3,66	0,07	28,77
	behäufelt	3,55	0,07	31,57
Königsniere	1929 unbehäufelt	3,54	0,05	28,07
	1930 unbehäufelt	3,83	0,06	26,80
	behäufelt	3,71	0,06	30,21
Parnassia	1929 unbehäufelt	4,43	0,06	27,52
	1930 unbehäufelt	4,51	0,07	23,92
	behäufelt	4,41	0,07	25,96
Bismarck	1929 unbehäufelt	3,29	0,08	36,80
	1930 unbehäufelt	4,14	0,10	33,64
	behäufelt	3,89	0,10	38,62
Beseler	1929 unbehäufelt	3,26	0,04	29,25
	1930 unbehäufelt	3,32	0,06	27,11
	behäufelt	3,18	0,06	30,77

dem Behäufeln gebildeten, auch leicht erklärlich ist. Stolonen hatten sich in den neu gebildeten Büscheln verhältnismäßig selten entwickelt. Vielfach beobachtete ich an der unteren Blattknospe noch zwei kleine Würzelchen. Die Stelle des Stolos wurde in diesem Falle durch das Blatt oder den entstandenen Seitentrieb vertreten.

Gleichzeitig beobachtete ich bei den verschiedenen Sorten den Anteil an starken, mittleren und feinen Wurzeln. Dabei zeigte sich in beiden Jahren, daß die Feldpflanzen im allgemeinen besser und stärker entwickelte Wurzeln hatten als die Topfpflanzen.

Die Unterschiede, die sich im Laufe der beiden Jahre bei den einzelnen Sorten ergaben, waren trotz zahlreicher sehr genauer Messungen aber so groß, daß aus den Zahlen kein brauchbarer

Maßstab gewonnen werden konnte. Ich habe daher auch davon abgesehen, die errechneten Werte hier wiederzugeben.

Betrachtet man nun die im ersten Kapitel über den Tiefgang der Wurzeln bei den verschiedenen Sorten gemachten Angaben und vergleicht damit die in den Tabellen angegebene Anzahl der Wurzeln, so fällt sofort auf, daß bei den beiden flachwurzelnden Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“ die geringere Fähigkeit, den Boden tief zu durchwurzeln, dadurch wett gemacht wird, daß sie eine umso größere Anzahl Adventivwurzeln ausbilden, mit deren Hilfe sie den Wasser- und Nährstoffgehalt der oberen Bodenschichten besser nutzbar machen können als die tiefwurzelnden Sorten. Auf Grund dieser Korrelation zwischen Tiefenwachstum der Wurzeln einerseits und ihrer Anzahl andererseits, würde dann auch die Sorte „Juli“, von der ich bei der Besprechung der Wurzelkisten keine genauen Angaben machen konnte, zu den fakultativ tiefwurzelnden Sorten zu rechnen sein, da sich die Anzahl der von ihr gebildeten Adventivwurzeln nur wenig von der Wurzelanzahl der anderen anpassungsfähigen Sorten unterscheidet. Ob sich nun diese Korrelation immer bestätigt, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

3. Untersuchungen a) über die Wachstumsgeschwindigkeit der Adventivwurzeln an der jungen Pflanze und b) über das erste Auftreten der Seitenwurzeln.

Methodik.

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Charakterisierung des Wurzelsystems einer Kulturpflanze ist es, die Wachstumsgeschwindigkeit der Wurzeln zu kennen. Für den Wasserhaushalt einer Kartoffelpflanze ist es von Bedeutung, daß die junge Pflanze ihr Wurzelsystem möglichst rasch ausbildet, um die Frühjahrsfeuchtigkeit in den oberen Bodenschichten zur Entwicklung der Staude ausnutzen zu können. Um nun die Wurzeleigenschaften der sieben Sorten auch in dieser Richtung untersuchen zu können, bediente ich mich der Sachsschen (1874, S. 387—388) Wurzelkästen. Diese haben die Form eines Keiles, dessen untere scharfe Kante abgeschnitten ist, und dessen schräg gestellte Breitseitenwände aus Glas sind (Abb. 14). Während der Abstand der Breitseiten am oberen Rande der von mir verwendeten Kästen 22 cm beträgt, verjüngt er sich bei 39 cm Höhe um 12 cm, sodaß die Ausmaße der

Bodenfläche 10 cm \times 58 cm betragen. Das Gerüst der Kästen besteht aus etwa 1,5 cm und 0,25 cm starken Eisenschienen; die trapezförmigen Schmalseitenflächen und der Boden sind aus gewöhnlichem Zinkblech hergestellt. Die Versteifung der Kanten durch Eisenschienen ist bei so großen Kästen zur Stützung der auswechselbaren Glasplatten erforderlich. Auch ist darauf zu achten, daß diese Glasscheiben nicht zu dünn gewählt werden, da sie sonst den Druck, den die Erde beim Füllen auf sie ausübt, nicht aushalten und entzweibrechen. Eine Stärke von 0,5 cm dürfte bei einer Fläche von 40 cm \times 58 cm ausreichen, wenigstens brachen Glasscheiben von dieser Stärke nur sehr selten ent-



Abb. 14. Sachssche Wurzelkästen.

zwei. Eine dünne Blechplatte diente zum Verdunkeln der Scheiben und zum Schutz gegen die Witterung. Dieser Schutz war notwendig, denn bei starker Sonnenbestrahlung hätte eine Erhitzung der Scheiben und damit eine Schädigung der an der Innenseite wachsenden Wurzeln hervorgerufen werden können. Auch war es, wie aus den späteren Ausführungen hervorgeht, erforderlich, die Glasplatten gegen Feuchtigkeit zu schützen. Ein Verdunkeln der Scheiben war insofern erforderlich, als sich die Wurzeln nur in der Dunkelheit normal entwickeln können und durch das Licht in ihrem Wachstum gehemmt werden (Miehe 1922, S. 137). Aber bezüglich ihrer Wachstumsrichtung reagierten die Kartoffelwurzeln nicht auf heliotropische Reize. Dieses konnte ich an Pflanzen beobachten, die unter einer Glasglocke wuchsen und in der hier entstandenen hohen Luftfeuchtigkeit an den Stengelknoten neue

Wurzeln bildeten, welche in wagerechter Richtung wuchsen, ohne sich dabei von der belichteten Seite abzuwenden.

Wenn man nun das Auftreten der ersten Wurzeln an den Glas-scheiben beobachtet, so kann man feststellen, daß schon eine beträchtliche Anzahl die Scheiben erreicht hat, bevor der Sproß die Erdoberfläche durchbricht und zur Entwicklung kommt. In Übereinstimmung hiermit stellten u. a. auch Hellriegel (1887, S. 118), Haberlandt (1876, S. 93), Garola (1892, S. 117) und Opitz (1904, S. 810) fest, daß bei jungen Getreidepflanzen die Wurzelentwicklung der Entwicklung der oberirdischen Teile überlegen ist.

Täglich wurden dann die an der Innenseite der Glasplatten entlang gewachsenen Wurzeln auf der Außenseite nachgezeichnet und die jeweiligen täglichen Zuwachsstrecken mit Schlußstrich und Datum versehen, eine Arbeit, die sich in den ersten Tagen nach dem Hervortreten der Wurzeln sehr leicht bewältigen ließ. Wenn aber erst in allen 15 Kästen, die mir für diesen Versuch zur Verfügung standen, mit insgesamt 30 Scheiben, die Pflanzen so weit entwickelt waren, daß ihre Wurzeln in großer Menge an den Scheiben hinunterwuchsen, so nahm das Anzeichnen sehr viel Zeit in Anspruch, und es war besonders schwierig, bei jedem Kasten ungefähr die gleiche Tageszeit zum Nachziehen abzupassen. Dies war insofern wichtig, als ich ja den täglichen Zuwachs berechnen wollte; und wenn einmal die Kästen nach 18 Stunden, ein anderes Mal nach 26 Stunden angezeichnet und mit Tagesschlußstrich versehen worden wären, so hätten hierdurch leicht die wahren Werte für die täglichen Zuwachsstrecken verwischt werden können.

Da nun aber, wie man vielleicht anzunehmen geneigt ist, die Wurzeln nicht immer fortlaufend an der Glasplatte hinunterwuchsen, sondern sehr häufig wieder ihren Weg in das Innere des Kastens nahmen, so war es wichtig, daß nur solche Tageswachstumsstrecken nachgezogen und mit Schlußstrich versehen wurden, bei denen die Wurzelspitzen zu sehen waren. Es besteht anderenfalls sehr leicht die Möglichkeit, daß man nur einen Teil des wirklichen Zuwachses erfaßt. Bei einiger Übung sind die Wurzelspitzen übrigens sofort am Farbton und an der Abrundung der Spitze sehr genau zu erkennen. Durch ein solches Zurückwachsen der Wurzeln in das Innere der Kästen wurden besonders die Versuche des Jahres 1930 stark beeinträchtigt: sodaß in diesem Jahre die Zahl der Messungen bei einzelnen Sorten verhältnismäßig gering war.

Von Wichtigkeit ist es ferner, daß man beim Aufzeichnen immer bestrebt ist, senkrecht auf die Scheibe zu sehen, da sonst bei der relativ großen Dicke des Glases die Linie falsch gezogen wird. Man muß dann am nächsten Tage, wenn man in etwas anderer Richtung auf die Scheibe sieht, feststellen, daß an der Stelle, wo der vorige Tagesstrich gezogen ist, gar keine Wurzel liegt.

Schwierig war es fernerhin, das geeignete Mittel zum Aufzeichnen zu finden. Der Fettstift, den man in früheren Jahren für diesen Zweck benutzt hatte, erwies sich als ungeeignet, da er



Abb. 15. Angezeichnete Glasplatten.

sehr ungleichmäßige Striche erzeugte und auch oft nicht richtig ansetzte. Eine ätzende Tinte konnte nicht verwendet werden, weil dadurch die teuren Glasplatten für den nächsten Versuch unbrauchbar geworden wären. Ich fand nun bei meinen Vorversuchen, daß von den verschiedenen Mitteln, mit denen ich arbeitete, Eisenlack und Spirituslack sich am besten eigneten. Beide wurden mit einem ganz feinen Pinsel aufgetragen, was bei dem an sich schon sehr dünnflüssigen Spirituslack ohne weitere Vorbereitungen möglich war. Der Eisenlack, der zwar erst mit Benzol verdünnt werden mußte, hatte wiederum dem Spirituslack gegenüber den Vorteil, daß er, wenn die Scheibe feucht wurde, nicht so leicht abblätterte.

Ein Feuchtwerden des Glases ließ sich leider nicht immer vermeiden. Gegen Regen suchte ich zwar die Glasplatten dadurch zu schützen, daß ich die sie bedeckenden Blechplatten oben weit

übergreifen ließ. Bei den schon vorhandenen Kästen wurde aus dünnem Blech ein Dach angefertigt, welches über den ganzen Kastenrand reichte. Daß trotzdem die Glasplatten bei starker Sonnenbestrahlung manchmal schwitzten, war nicht zu verhindern. Für diese Fälle bewährte sich der Eisenlack besser.

Nach dreiwöchigem Anzeichnen (Abb. 15) kamen kaum noch neue Wurzeln durch. Ich konnte dann die Kästen entleeren und die herausgenommenen Platten (Abb. 16) durchpausen, um von den Pausen mit Zirkel und Lineal den täglichen Zuwachs abzumessen.

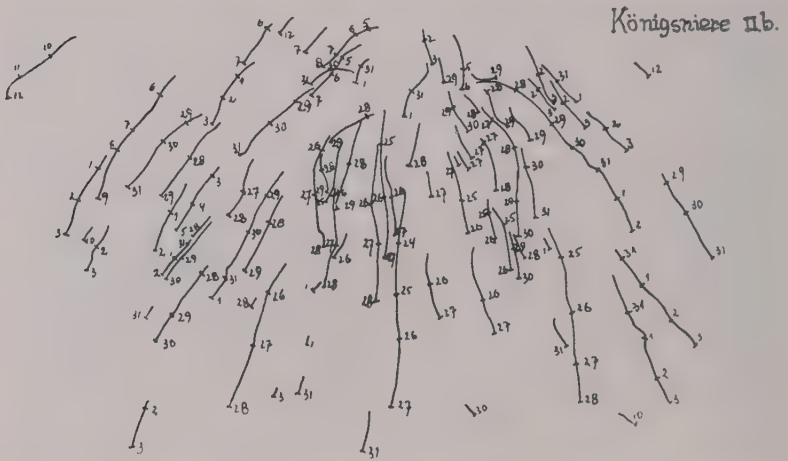


Abb. 16. Glasplatte, aus einem Kasten herausgenommen (fertig zum Durchpausen).

Der Eisenlack ließ sich dann sehr leicht mit Benzol und der Spirituslack mit Alkohol abwaschen, und die Scheiben waren für den nächsten Versuch sofort wieder gebrauchsfertig.

Ergebnisse.

In den beschriebenen Wurzelkästen waren die Wurzeln nur bis zu 39 cm Tiefe zu beobachten. Die Wachstumsbedingungen waren insofern keine natürlichen, als die Wurzeln durch die Glascheiben aus ihrer Richtung abgelenkt wurden, und die Bodenfeuchtigkeit durch Begießen erhalten werden mußte. Die Erde würde sonst in den gut durchlüfteten Kästen während der großen Dürreperioden der Jahre 1929 und 1930 so ausgetrocknet sein, daß ein Pflanzenwachstum in ihnen nicht mehr möglich gewesen wäre.

Dabei ließen sich aber gerade die spezifischen Eigenschaften der Sorten in bezug auf Trockenheit nicht beobachten. Immerhin ließ sich aber auf diese Weise die Wurzelwachstumsgeschwindigkeit verschiedener Sorten unter gleichen Bedingungen feststellen. In der nachfolgenden Tabelle sind nun die Werte für den täglichen Zuwachs der einzelnen Sorten, wie sie nach der oben geschilderten Methode erhalten wurden, wiedergegeben. Diese Werte sind aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von Messungen berechnet. Die Zahl der Messungen schwankte, weil die Wurzeln vielfach nur kurze Strecken weit sichtbar waren. Sie betrugen aber für jede Sorte jährlich mindestens fünfzig, meistens aber mehrere hundert. *

Die Zahlen, die man beim Ausarbeiten der Methodik in früheren Jahren erhalten hatte, sollen hier nicht als Vergleich angeführt werden, da die Messungen insofern nicht ganz einwandfrei waren, als man jede Wurzel auf den Glasplatten nachgezeichnet und mit Tagesschlußstrich versehen hatte, ohne darauf zu achten, daß auch die Wurzelspitze zu sehen war. Welche Ungenauigkeiten dadurch entstehen können, wurde schon bei der Beschreibung der Methodik dieses Versuches geschildert.

Täglicher Wurzelzuwachs in cm.

Sorte	Jahr	A	m +	σ %
Juli	1929	1,96	0,04	39,17
	1930	2,52	0,10	34,86
Krebsfeste Kaiserkrone .	1929	2,39	0,04	32,17
	1930	2,75	0,06	34,50
Odenwälder Blaue . . .	1929	1,91	0,04	40,80
	1930	2,35	0,11	34,00
Königsniere	1929	2,57	0,04	31,89
	1930	3,02	0,11	26,32
Parnassia	1929	2,69	0,06	32,57
	1930	3,11	0,08	29,44
Bismarck	1929	—	—	—
	1930	2,29	0,07	29,42
Beseler	1929	2,43	0,07	33,26
	1930	2,62	0,07	33,79

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß nur in ganz wenigen Fällen die tägliche Zuwachsstrecke der Wurzeln geringer ist als 2 cm.

Die Seitenwurzeln bildeten sich niemals gleich hinter der Wurzelspitze, sondern an einer Stelle, die weiter zurück lag. Es wurde nun aus den Aufzeichnungen auf der Glasscheibe festgestellt, wieviel Tage vorher die Wurzelspitze an der Stelle war, an der die Seitenwurzeln in Erscheinung traten. Diese Zeiträume waren selbst bei derselben Pflanze nicht immer gleich lang. Das früheste Erscheinen stellte ich hierbei nach 3 Tagen und die späteste Bildung nach 7 Tagen fest. Es scheint aber, daß sich die Seitenwurzeln im Jahre 1930 etwas schneller bildeten. Im einzelnen verhielten sich die 7 untersuchten Sorten in bezug auf die Wachstumsgeschwindigkeit und die Ausbildung der Seitenwurzeln folgendermaßen:

Die Sorte „Juli“ wies den anderen Sorten gegenüber immer eine relativ geringe Wachstumsgeschwindigkeit auf. Die ersten Seitenwurzeln bildeten sich nach etwa 5 Tagen.

Bei der Sorte „Krebsfeste Kaiserkrone“ waren in der täglichen Zuwachsstrecke keine Extreme zu beobachten. Sie stand in beiden Jahren in der Mitte zwischen den Sorten mit schnell wachsenden und langsam wachsenden Wurzeln. Die ersten Seitenwurzeln beobachtete ich nach etwa 4—5 Tagen.

Die Wurzelwachstumsgeschwindigkeit der Sorte „Odenwälder Blaue“ lag in beiden Jahren unter dem Durchschnitt aller anderen Sorten. Das Auftreten der ersten Seitenwurzeln wurde im Jahre 1930 nach etwa 4—5 Tagen beobachtet, während 1929 die Seitenwurzeln im allgemeinen erst nach 6 Tagen zu sehen waren.

Im Gegensatz zu „Odenwälder Blaue“ wuchsen die Wurzeln der Sorte „Königsniere“ sehr schnell. Sie steht in der täglichen Zuwachsgeschwindigkeit der Sorte „Parnassia“ am nächsten. Ihre Seitenwurzeln kamen nach etwa 4 Tagen zum Vorschein.

Die Sorte „Parnassia“ zeichnete sich in beiden Jahren, in denen sie untersucht wurde, durch ihr schnelles Wurzelwachstum aus und stand zusammen mit der Sorte „Königsniere“ an der Spitze. Die ersten Seitenwurzeln, die im Jahre 1929 nach etwa 5 Tagen auftraten, wurden im Jahre 1930 meistens schon nach 3—4 Tagen beobachtet.

An der Sorte „Bismarck“ konnte ich im Jahre 1929 keine Messungen machen, da nur ganz vereinzelte Wurzeln bis an die Scheiben gewachsen waren, alle anderen Wurzeln aber ihren Weg in das Innere der Kästen genommen hatten. Einen Grund für

dieses eigenartige Verhalten anzugeben, ist mir nicht möglich. Im Jahre 1930 hatten die Wurzeln dieser Sorte den anderen untersuchten Sorten gegenüber die geringste Wachstumsgeschwindigkeit. Die ersten Seitenwurzeln bildeten sich nach etwa 5—6 Tagen.

Die Sorte „Beseler“ ist nach den Beobachtungen beider Jahre zu den Sorten mit einem mittelgroßen täglichen Wurzelzuwachs zu rechnen. Im Jahre 1930 bildeten die Adventivwurzeln schon etwa 3 Tage nach ihrem Sichtbarwerden Seitenwurzeln aus. Dieses erste Auftreten der Seitenwurzeln konnte dagegen 1929 erst nach etwa 5 Tagen festgestellt werden.

Zusammenfassend ist über die Beobachtungen in den Sachsschen Wurzelkästen zu bemerken, daß innerhalb der einzelnen Sorten zwar Unterschiede in der Wurzelwachstumsgeschwindigkeit während der beiden Jahre festzustellen waren, daß aber die relativen Unterschiede der verschiedenen Sorten untereinander in beiden Jahren in fast gleicher Reihenfolge gewahrt blieben. Am trägsten zeigte sich in der nachträglichen Wurzelbildung und in der Wachstumsgeschwindigkeit die Sorte „Bismarck“, während dieser auf der anderen Seite die Sorten „Parnassia“, „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Königsniere“ gegenüberstanden.

Daß nun aber die Kartoffelwurzeln tatsächlich eine so große Schnelligkeit des Wachstums haben, ist, wenn auch nicht in dieser Form, schon von anderen Versuchsanstellern beobachtet worden. Böhme (1925, S. 95) hat bei seinen Versuchen mit der Sorte „Industrie“ die Zunahme des Wurzeltiefganges an je 10 Pflanzen in Abständen von 10 Tagen festgestellt und dabei beobachtet, daß die Wurzeln in dieser Zeit etwa 30 cm tiefer in die Erde eingedrungen waren. Das würde einem täglichen Zuwachs von etwa 3 cm gleichkommen.

Rodmistroff (1926, Tabelle IV) stellte 7 Tage nach Durchbruch der Pflanzen einen Tiefenzuwachs von 20 cm fest. Nach weiteren 7 Tagen betrug der Zuwachs 25 cm und am Ende der dritten Woche 30 cm. Das würde einer mittleren täglichen Wachstumsgeschwindigkeit von 2,9 cm in der ersten, 3,6 cm in der zweiten und 4,3 cm in der dritten Woche gleichkommen. Ob die Wurzeln in größeren Tiefen schneller wachsen, kann ich nicht mit Bestimmtheit behaupten, da ich sie in den Sachsschen Wurzelkästen nur bis ungefähr 40 cm Tiefgang verfolgen konnte. Es hat allerdings den Anschein, als ob die täglichen Zuwachsstrecken im unteren Teil der Kästen größer wären als in der oberen Schicht.

Eine weitere Feststellung, die sich in der Tabelle über den täglichen Zuwachs machen läßt, ist die, daß auch wieder bei allen Sorten die Mittelwerte für das Jahr 1930 größer sind als für das Vorjahr. Die größere Wachstumsfreudigkeit könnte hier vielleicht auf die günstigen klimatischen Bedingungen des Frühjahres 1930 zurückzuführen sein. Sonderbarerweise wurde aber in diesem Jahre bei allen Sorten, sowohl vor als nach dem Behäufeln, eine größere Anzahl von Wurzeln gebildet als 1929. Eine Erklärung hierfür ist wahrscheinlich in der Beschaffenheit des Saatgutes zu suchen.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Das Wurzelsystem der sieben untersuchten Sorten zeigte folgende morphologischen und physiologischen Unterschiede:

1. Die Wachstumsrichtung der Adventivwurzeln war bei den Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“ flach: bei den Sorten „Juli“, „Odenwälder Blaue“, „Königsniere“, „Bismarck“ und „Beseler“ war sie nicht immer gleich. In trockenem Boden wurzelten diese Sorten tief; in feuchtem Erdreich wurzelten sie flach.

2. Die Gesamtausbreitung des Wurzelsystems war bei den frühreifen Sorten „Juli“ und „Krebsfeste Kaiserkrone“ nicht so groß wie bei den später reifenden.

3. Die Anzahl der an jedem Stengel entwickelten Adventivwurzeln war bei den Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“ groß (etwa 30—40), während sie bei den andern Sorten bedeutend kleiner war (etwa 20—30).

4. Die Beziehungen zwischen Adventivwurzelanzahl und Tiefenwachstum waren derart, daß die flachwurzelnden Sorten mehr Wurzeln entwickelten als die fakultativ tiefwurzelnden.

5. Die Anzahl der je Büschel gebildeten Adventivwurzeln war bei den Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“ größer (etwa 4—5,5) als bei den Sorten „Königsniere“, „Odenwälder Blaue“, „Juli“, „Bismarck“ und „Beseler“ (etwa 2,8—4).

6. Die Wurzelbildung an den durch das Behäufeln nachträglich mit Erde bedeckten Stengelteilen war bei den Sorten „Königsniere“, „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“ am größten (1929 etwa 3,5—4, 1930 etwa 5,5—6). Von den anderen Sorten reagierten „Odenwälder Blaue“ und „Bismarck“ am wenigsten auf das Behäufeln. Die Sorten „Juli“ und „Beseler“ nahmen eine Mittelstellung ein (1930 etwa 3,5).

7. Die Wachstumsgeschwindigkeit der Adventivwurzeln war bei „Parnassia“ und „Königsniere“ am größten (etwa 2,5—3 cm täglich). Weniger groß war die tägliche Zuwachsstrecke bei den Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Beseler“ (etwa 2,5 cm). Den geringsten täglichen Zuwachs hatten „Juli“, „Odenwälder Blaue“ und „Bismarck“ (etwa 1,9—2,5 cm).

An den Seitenwurzeln ließen sich bei den verschiedenen Sorten keine augenfälligen Unterschiede beobachten.

Es hatte sich bei allen Sorten an den Adventivwurzeln eine große Anzahl, zum Teil erheblich langer Seitenwurzeln gebildet (bis 75 und 80 cm). Die Anzahl und Länge der Seitenwurzeln richtet sich wahrscheinlich nach der Qualität des Bodens. In gutem Boden war die Anzahl geringer als in weniger gutem Boden (siehe Abb. 7).

Die Haupteigenschaften der sieben untersuchten Sorten sind nachfolgend zur besseren Übersicht noch einmal kurz zusammengestellt.

Eigenschaften des Wurzelsystems der sieben untersuchten Sorten.

Sorte	Ausbreitung des Wurzelsystems	Wurzelanzahl je Stengel	Wurzelanzahl je Büschel	Wurzelneubildung nach dem Behäufeln	Wachstumsgeschwindigkeit der Adventivwurzeln	Seitenwurzeln
Juli	fakultativ tiefw.	gering	mittel	mittel	langsam	Große Anzahl zum Teil erheblich langer Seitenwurzeln. Anzahl und Länge der Seitenwurzeln richten sich wahrscheinlich nach der Qualität des Bodens und sind sortenweise nicht erheblich verschieden.
Krebsfeste Kaiserkr.	flachwurzelnnd	groß	groß	stark	mittel	
Odenw. Blaue	fakultativ tiefw.	gering	mittel	schwach	langsam	
Königsniere	fakultativ tiefw.	mittel	mittel	stark	schnell	
Parnassia	flachwurzelnnd	groß	groß	stark	schnell	
Bismarck	fakultativ tiefw.	mittel	mittel	schwach	langsam	
Beseler	fakultativ tiefw.	mittel	gering	mittel	mittel	

Die Anpassungsfähigkeit der Sorten „Juli“, „Odenwälder Blaue“, „Königsniere“, „Bismarck“ und „Beseler“ ist für die Praxis von großem Wert, da sie sowohl in feuchten als auch in trockenen Jahren gut ausgeglichene Ernteerträge verbürgt; während die Sorten „Krebsfeste Kaiserkrone“ und „Parnassia“, deren morphologische Eigentümlichkeit es ist, immer flach zu wurzeln, in ungünstigen Jahren unter Umständen nicht den erwarteten Ertrag bringen können.

Literatur.

1. Böhme, Untersuchungen über die Bewurzelung der Industriekartoffel. *Journal für Landwirtschaft*. Berlin, **73**, 1925, 81—144.
2. Bréal und Dehéraïn, Einfluß der Düngung auf die Länge der Pflanzenwurzeln. (Mitgeteilt vom Patent- und technischen Bureau von Richard Lüders. Görlitz.) *Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung*, **43**, 1894.
3. Esmarch, Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. *Landw. Jahrbücher*, **56**, 1919, 162—266.
4. Fellows, Relation of Growth in the Potato Tuber to the Potato-Scab Disease. *Journal of Agriculture Research*, Vol. **32**, 1926, 757—781.
5. Fittbogen, Untersuchungen über die Aschenbestandteile der Haferwurzeln und ihr Verhältnis zur oberirdischen Pflanze. *Landw. Versuchsstationen*, **6**, 1864.
6. Fruwirth, Über die Ausbildung des Wurzelsystems der Hülsenfrüchte. Wollny, *Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik*. Heidelberg, **18**, 1895.
7. Garola, Untersuchungen über die Entwicklung der Wurzeln. *Biedermann, Zentralblatt*, **21**, 1892.
8. Girard, Recherches sur le développement progressif de la betterave à sucre. *Annales de l'Institut nationale agronomique* 1884/85.
9. —, Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle, 1889. (Tafeln.)
10. Göbel, *Organographie der Pflanzen* **3**, Jena 1923.
11. Gordienko, Über die Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Wurzelgestaltung bei jungen Pflanzen. *Landw. Jahrbücher*, **72**, 1930, 125—130.
12. Haberlandt, Das Gewichtsverhältnis zwischen den Wurzeln und den oberirdischen Pflanzenteilen. *Biedermann, Zentralblatt*, **5**, 1876.
13. Heinrich, *Landw. Annalen des meckl. patriotischen Vereins*. Rostock 1876.
14. Hellriegel, Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig 1887.
15. Hosaeus, Über das Verhältnis der Wurzeln zu den oberirdischen Pflanzenorganen. *Fühlings Landw. Zeitung*, **9**, 1872.
16. Kampe, Studien über die Bewurzelungsstärke und das Bewurzelungsvermögen verschiedener Kulturpflanzen. *Wiss. Archiv f. Landw., Pflanzenbau*, Berlin **2**, 1929, 1—48.
17. Kläsener, Wurzelentwicklung verschiedener Kartoffelsorten nach den Verhältnissen des Göttinger Versuchsfeldes. *Journal für Landwirtschaft*, **72**, 1924, 65—102.
18. Kraus, Untersuchungen über die Bewurzelung der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung. Wollny, *Forschungen*, **18**, 1895.

19. McIntosh, The potato, its history, varieties, culture and diseases. London 1927.
20. Mische, Taschenbuch der Botanik, 1922.
21. Nobbe, Über den Zusammenhang der oberirdischen und unterirdischen Stengelorgane bei Knollengewächsen. Landw. Versuchsstationen, **4**, 1862.
22. —, Die Kartoffel als Wasserpflanze. Landw. Versuchsstationen, **6**, 1864.
23. —, Die Züchtung der Landpflanzen in Wasser betreffend. Landw. Versuchsstationen, **7**, 1865.
24. —, Beiträge zur Pflanzenkultur in tropfbar flüssigen Medien. Landw. Versuchsstationen **10**, 1868.
25. —, Die Pflanzenkultur in Wasser und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. Landw. Versuchsstationen **11**, 1869.
26. Nowacki, Getreidebau. Berlin 1917.
27. Oberstein, Ein Beitrag zur Planwirtschaft. Zeitschrift „Die Kartoffel“, **5**, 1925.
28. Opitz, Untersuchungen über die Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidesorten. Mitteilungen der Landw. Institute Breslau **2**, 1904, 749—816.
29. Pistohlkors, Wurzelkenntnis und Pflanzenproduktion. Diss. Bonn 1898.
30. Polle, Über den Einfluß verschieden hohen Wassergehaltes usw. Journal für Landwirtschaft, Berlin, **58**, 1910, 297—344.
31. Remy, Handbuch des Kartoffelbaues. Berlin 1928.
32. Roemer, Der Feldversuch. Arbeiten der D. L. G., Heft **302**, 1930.
33. Rootsi, Über die Wurzelteile der Kulturpflanzen. Referat von Dr. Linter in der Zeitschrift „Die Ernährung der Pflanze“ **24**, 1928, S. 175.
34. Rotmistroff, Das Wesen der Dürre. Übersetzt von E. von Riesen. Dresden und Leipzig 1926.
35. Sachs, Über das Wachstum der Haupt- und Nebenwurzeln. Arbeiten des Botanischen Institutes Würzburg. H. **3**, 1873, 385—474.
36. Schneider, Vegetationsversuche mit 88 Hafersorten. Landw. Jahrbücher, **42**, 1912, 767—833.
37. Schulze, Studien über die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen. Festschrift der Landw. Versuchsstation, Breslau 1906.
38. Schultz-Lupitz, Zwischenfruchtbau auf leichtem Boden. Arbeiten der D. L. G., Heft **7**, 1895.
39. Schwartz, Die Modifizierbarkeit morphologischer Eigenschaften bei der Julikartoffel. Angewandte Botanik, **9**, 1927, 465—530.
40. von Seelhorst, Beobachtungen über die Zahl und den Tiefgang der Wurzeln verschiedener Pflanzen. Journal für Landwirtschaft, **50**, 1902.
41. Strasburger, Lehrbuch der Botanik, 1927.
42. Thiel, Landw. Zentralblatt für Deutschland, **2**, 1870.
43. de Vries, Wachstumsgeschichte der Kartoffel. Landw. Jahrbücher, **7**, 1878.
44. —, Die Wurzeln der Zuckerrübe. Landw. Jahrbücher, **8**, 1879.
45. Werner-Opitz, Kartoffelbau, Berlin 1930.
46. Beobachtungen über den Einfluß usw. Zeitschrift „Die Kartoffel“, Berlin, **1**, 1921.

Höhenkeimer.

Von

Professor Dr. Wilhelm Kinzel, München.

In einer früheren Übersicht¹⁾ meiner letzten Ergebnisse hatte ich die Grenzen der förderlichen Einwirkung von Frost und Licht auf Grund meiner nun bereits 36 Jahre fortgeführten Arbeiten über das Leben der Samen schärfer zu ziehen versucht und namentlich die Wirkung von Lichtfrost (LFr) gegenüber der Wirkung von Dunkelfrost (DFr) und den übrigen die Samenatmung beeinflussenden Faktoren (wie L und D bei 20° usw.) schärfer zu beleuchten mich bemüht. Dabei ergab sich als höchste, nur für gewisse Samen dienliche Atmungssteigerung eben „LFr“ bei tiefen Temperaturen. Inzwischen hat sich nun immer deutlicher gezeigt, daß auch diese, die meisten an eine solche Klimaforderung nicht angepaßten Samen \pm restlos zerstörende Keimungsbedingung für einzelne schon seit langer Zeit von mir beobachtete Samen von Alpenpflanzen aus größerer Seehöhe offenbar nicht genügt zu einer irgendwie befriedigenden Keimung. 1–3% Keimungen in vielen Jahren und noch weniger kann man kaum als einen glaubhaften Höchsternfolg buchen, zumal nachdem sich immer wieder zeigt, daß bei günstiger Lagerung im Winter — in unseren Fällen bezeichnenderweise immer LFr — die betreffenden Samen durch solche zeitweise (sommerliche) Atmungsbeschleunigung nach der Winterkur oft bis zu 10 Jahren völlig frisch durch die Sommerzeit gebracht werden können, ohne künstliche Abkühlung, bei 20°. Nur die Samen der javanischen *Primula imperialis* von 2500 m über Buitenzorg (von 1921) liegen nun schon im zehnten Jahre bei mir fortdauernd bei 20° und immer sind noch 17% (1929 noch 31%) dieser Samen völlig frisch und gesund — hier also sogar bei andauernd 20°. Noch günstiger stellte sich natürlich die Zahl der lange gesund bleibenden Samen auch bei *P. imperialis* nach Winterlagerung bei mildem Lichtfrost (– 2° bis + 2°). Daß man die unter dem Gipfel des Tropenvulkans auf die Samen einwirkenden Bedingungen nicht überall leicht würde herstellen können, lag wohl auf der Hand. Gelang es doch nach brieflichen Mitteilungen von Professor

¹⁾ Ang. Bot., Bd. XII, 1930, H. 1, S. 16–22.

Dr. v. Faber auf Java niemals unterhalb des Standorts eine Keimung zu erzielen, selbst nicht im benachbarten Alpengarten von Tjibodas. Welches sind aber nun die wirksamen Bedingungen des Originalstandortes, mehr die jähen Temperaturschwankungen, der Wechsel der Feuchtigkeit, vor allem die viel größere Intensität der Lichtstrahlung und ihr ständiger, oft rascher Wechsel verbunden mit einer ganz anderen Art der Strahlung als in gleicher Höhe der europäischen Alpen oder mehr, wie schließlich auch hier vermutet, der geringere Luftdruck? Daß namentlich der letztere Faktor, wie überhaupt die Summe der Sonderwirkungen des Höhenklimas bei den Untersuchungen in ihrer Auswirkung sich immer wieder versteckten und als mitwirkend übersehen wurden, lag, wie auch bei dem Studium der übrigen wirksamen Kräfte daran, daß auch früher selten eine Einzelwirkung als solche genau getrennt erkannt und etwa mit der Zahl 100% belegt werden konnte, vielmehr fast immer ein Nebeneinander der Wirkungen erst durch den Vergleich sehr vieler Fälle so erkannt und getrennt werden konnte, daß man die Einzelwirkungen mit Vergleichszahlen messen konnte. So gab es dann schließlich Fälle, wo eben die Wirkung des Lichts auch nicht durch 1—2% Keimungen bei gesteigerter Wärme bzw. Wechselwärme ersetzt werden konnte, während von Fall zu Fall doch dieser Ersatz bis zu 100% möglich war, ebenso wie schließlich auch der Ersatz der reinen Frostwirkung (DFr) durch + andauernde Belichtung bei 20°. Auch hier lehrten dann wieder Fälle, in denen lediglich Frost eine volle Keimung auslöste, ohne die Möglichkeit auch in langer Zeit (viele Enzianarten) einen geringen Ersatz durch L 20° zu erreichen, das Wesen der Wirkung besser verstehen. So sehr also auch anfangs oft gerade die häufige und + leichte Ersetzbarkeit eines wirkenden Faktors durch den anderen eine klare Erkenntnis verhinderte — ich erinnere nur an den langen Streit, um die Wirkung des Lichts — so war doch gerade dieser Umstand schließlich geeignet um so gründlichere Klarheit zu schaffen, je mehr sich in planvoll gehäutten Untersuchungen die Fälle mehrten, in denen die Grenzen in der Vertretbarkeit von Wärme, Licht, Frost immer mehr sich verschoben bis zu den Punkten, wo eben nur die eine oder die andere Wirkung mit einer 100% Keimung antwortete¹⁾. So wurden dann

¹⁾ Siehe z. B. *Aristolochia Clematilis*: Diese Zeitschr., Bd. XLII, 1930, H. 1, S. 20 (L:D:LFr:DFr = 59:0:0:100).

auch schließlich aus der Menge der Untersuchungen diese hier beschriebenen letzten Fälle „herausgesiebt“, bei denen nur eine Wirkung der Seehöhe in Frage kommen kann, ohne daß freilich vorläufig völlig klar ist, welcher Faktor des besonderen Höhenklimas im Einzelfalle hauptsächlich wirksam ist. Daß bei *Primula imperialis* auch die in den erlaubten Grenzen (-2° bis $+2^{\circ}$) lebhafter und längere Zeit hin- und herschwankende niedere Temperatur in LFr zugleich mit den häufigen Lichtschwankungen in Frage kommt, dafür spricht, daß im Botanischen Garten zu München aus vielen 1000 von mir 1921 besorgten Samen der Primel endlich nach 8 Jahren, nach dem strengen Winter 1929 mit seinen anhaltenden Frostperioden schließlich wirklich 5 Keimlinge erzielt wurden, aus denen gesunde Pflanzen erzogen werden konnten. Diese Wechsel in den beeinflussenden Nebenfaktoren mochten hier endlich einmal stark genug sein, um aus den zahlreichen noch gesunden Samen wenigstens eine verschwindende Anzahl aus ihrer Ruhe zu erwecken, zweifellos auch nach der langen Ruhe noch erheblich mehr, wenn gleichzeitig niederer Luftdruck neben einem Wechsel noch intensiverer Höhenstrahlung der Tropenheimat auf sie eingewirkt hätte. Jedenfalls blieben die erzogenen Pflanzen weiterhin gesund¹⁾. Das ist bei solchen ausnahmsweise auch einmal im Tieflande erzielten Keimlingen von Höhenkeimern durchaus nicht immer der Fall. So gelang es trotz sorgfältiger sachgemäßer Pflege nicht, einige Keimlinge von *Androsace alpina* weiter zu fördern. Sie starben ganz jung. Die Samen wurden von Dr. Helmut Gams reichlich über Pontresina in 2800 m Höhe (Fuorcla Surley) für mich gesammelt und lagen von 1921 an in den verschiedenen Keimbetten. Bis März 1929 waren in LFr noch 100% gesund, während nach DFr 1926 bereits 20% tot waren, im Licht bei 20° noch mehr, sämtliche bis 1929. Aber Ende 1929 waren auch in LFr nur noch 35% gesund, nachdem 1928 und 1929 je 1% dort gekeimt waren, 1930 nur noch 27% und im Sommer 1931 endlich nur noch 15%. Möglich, daß noch einer davon keimt, wahrscheinlich nicht. Die ganze Entwicklung ist so, wie in einigen ähnlichen Fällen, daß hier LFr die Samen zwar im Tiefland sehr lange frisch erhält, aber man merkt an dem übereinstimmenden Verhalten solcher Samen, ihrem zähen Aushalten und sehr allmählichen verspäteten Sterben, schließlich auch unter den günstigsten Tieflandbedingungen, daß ihnen eine notwendige Lebensbedingung

¹⁾ Sie haben seitdem schon zweimal, jedesmal im Herbst, geblüht!

fehlt, die sie zu optimal gesteigerter Atmung und damit zur Keimung führen könnte. Bei unseren europäischen Alpenen liegt schließlich in den verspäteten einzelnen Keimlingen, die + rasch wieder sterben, keine eigentliche Keimung vor, nur eine ganz kennzeichnende Regung bei einem sonstigen Optimum¹⁾ von Lebensbedingungen. Solcher Anfang einer Entwicklung, die nicht recht fortschreiten will, kann in etwas weiterem Umfange auch bei einer Anzahl von Alpenpflanzen beobachtet werden, die ich früher durch LFr im Tiefland zu einer befriedigenden Entwicklung zu fördern hoffte. Dahin gehören z. B. *Sweetia carinthiaca*, die schließlich nach 3 Jahren LFr 16% derartig kümmerlich wachsender Pflänzchen lieferte (in DFr nach 5 Jahren auch 5%), und *Saxifraga arachnoidea*, die nach fast vergeblichem DFr-Versuch (4%) nach 7 Jahren endlich durch LFr ebenfalls 16% solcher Kümmerpflänzchen zeigte — weitere auch nicht. Ebenso verhalten sich sehr hohe Herkünfte von *Saxifraga androsacea*, *S. bryoides* u. a. m. Man muß solche „Anfänge“ Jahrzehnte lang selbst beobachtet haben, gegenüber unzähligen normalen Entwicklungen, um endlich zu der Überzeugung zu gelangen, daß hier Zusammenhänge bestehen. Natürlich können erst weitere direkte vergleichende Versuche in der Höhe und im Tiefland weitere Klarheit über diese Wirkungen schaffen, um mit der Zeit auch Anhaltspunkte für die im Einzelfall optimale Höhe zu gewinnen. Daß schon verhältnismäßig geringe Höhenunterschiede²⁾ eine bedeutende Rolle im Atmungshaushalt der Samen spielen können, darauf deuten auch meine Beobachtungen an Enzianarten aus verschiedener Höhenlage. Während nämlich bei einigen Arten z. B. *Gentiana acaulis* von warmen Stellen der Münchener Hochebene gegenüber Herkünften aus alpinem Klima offenbar auch die Höhe der Frostsumme besonders entscheidend war für das verschiedene Frostbedürfnis ihrer Samen, so tritt dieser Grund bei anderen Arten sicher zurück, Arten, bei denen verhältnismässig geringe Höhenunterschiede Atmungsschwankungen hervorriefen, die nun nicht mehr lediglich auf die übrigen wechselnden Faktoren des Höhenklimas, wie verschiedene Strahlung und namentlich auch nicht verschiedene Frostsumme allein zurückgeführt werden können. Zu bedenken ist dabei auch, daß solche Strahlungsunterschiede für die Verhält-

¹⁾ Mir bisher als Optimum bekannt!

²⁾ Vergl. die am Schluß erwähnte Arbeit von C. W. Leggatt. Sie ging mir erst nach Abschluß dieses Manuskripts zu.

nisse der europäischen Alpen immer leicht durch gesteigerte Frosteinwirkung ausgeglichen werden konnten, wieweit auch bei der tropischen *Primula imperialis*, bleibt weiteren Untersuchungen überlassen. Jedenfalls aber glaube ich heute schon nach den bisherigen Befunden als wahrscheinlich betrachten zu können, daß auch hier die Wirkung des Höhenklimas hauptsächlich im verminderten Luftdruck gesucht werden muß. Nun folgt ein treffliches Beispiel für die Wirkung des Höhenklimas bei unseren Enzianarten aus verschiedener Höhenlage. *Gentiana nivalis* wurde von mir aus 2100 m (Krotenkopf über Partenkirchen), aus 1860 m (Schachengarten), aus 1650 m (Funtensee) und 1560 m Höhe (Hochries) geerntet und vergleichend geprüft. Hier keimten die beiden höchsten Herkünfte nur in LFr — nach 2 Jahren zu 100% — niemals, auch in längeren Jahren nicht, nach DFr trotz lange zäh sich haltender Gesundheit, während die Samen vom Funtensee gleichzeitig mit 100% nach 3 Jahren in LFr schließlich auch zu 2% in DFr keimten, auch in 8 Jahren nicht mehr. Die Samen vom tiefsten Standort, 1560 m, erreichten in LFr nach 2 Jahren 96% (DFr gleichzeitig 0), die fehlenden 4% zu 100 aber erst im 3. Jahr und dann gleichzeitig bis 63% in DFr; weitere keimten auch nach 5 Jahren nicht. Besonders der letztere Befund wird ja zum Teil sicher auch auf die geringere Frostsumme des Standorts zurückzuführen sein, nicht so aber das Verhalten der Samen vom Funtensee (2% in DFr) gegenüber denen von der Schachenalp und vom Krotenkopf. Andere Beispiele würden ähnliches aufzeigen. So manche auch nach LFr langsam und zögernd erfolgende Keimung alpiner Arten — unter Umständen auch von Moorpflanzen der Ebene — wird in Zukunft durch einen gleichzeitigen Versuch in Höhenklima, natürlich auch dort in Reihenversuchen unter teilweiser Ausschaltung der dort als wirksam in Betracht kommenden Faktoren, nachgeprüft werden müssen. Weitere Vermutungen vor exakten Versuchen in Erörterung zu stellen, erscheint mir zwecklos. Möglich ist ja nach Vorstehendem, daß die Keimung gewisser Alpenpflanzen in den „Neuen Tabellen“ wesentlich beeinflusst ist durch das bei den Versuchen fehlende Höhenklima, etwa bei *Soldanella pusilla*, vielleicht auch bei hohen Herkünften von *Arctostaphylos Uva Ursi*. Ebenso dürfte das lange Gesundbleiben der nicht keimenden Samen von *Adora*¹⁾ in

¹⁾ LFr-Keimer, schon nach erstem Winter 100%! Siehe Prakt. Blätt., Jahrg. VI, H. 1, S. 2.

D_{Fr}, je nach Ernte aus verschiedenen Höhenlagen \pm lange, auf die durch den verschiedenen Luftdruck bewirkten Unterschiede im Atmungsbedürfnis zurückzuführen sein. Man denke dabei auch an die durch L_{Fr} in ihrer Ausdauer auf feuchtem Keimbett günstig beeinflussten Samen der anderen Höhenkeimer. Die ganze Frage der Höhenkeimer konnte erst angeschnitten werden, nachdem der Unterschied zwischen L_{Fr}- und D_{Fr}-Keimung, ebenso wie zwischen L- und D-Keimung bei 20°, überhaupt auch zwischen Kalt- und Warmkeimung als ein durch verschieden stark gesteigerte Atmung bedingter festgestellt wurde. Es sei daher an dieser Stelle noch einmal an die verschiedenen durch L und L_{Fr} überschrittenen Atmungsoptima erinnert. Schon das Lichthartwerden von *Nigella* in 20° (Anfänge schon nach wenigen Minuten Belichtungsdauer nachweisbar) gehört hierher, ganz besonders aber der Befund bei *Amorpha*, sowie die zahlreichen bei 20° im belichteten Keimbett sterbenden Frostkeimer, wie *Campanula Zoysii* (z. T.), *Veronica triphyllos*, *V. aphylla*, *V. alpina*, *Gentiana verna*, *G. nivalis*, *G. punctata* u. a. u. a., ferner das häufige Überschreiten des Atmungsoptimums als Nachwirkung von L_{Fr}, z. B. bei *Pedicularis lanata*, *Circaea alpina*, *Galeopsis Ladanum*, *Melittis Melissophyllum*, *Fumaria Vaillantii*, *Aristolochia Clematidis*, bis zu völliger Abtötung bei *Origanum vulgare*, *Lobelia Dortmanna*, *Pedicularis hirsuta* u. a. m. Besonders lehrreich war der Versuch mit den Samen von *Amorpha* (1924), wo nach Entfernung der die Atmung behindernden Umbüllungen, Hülse und schließlich auch Ölharzschicht, das Licht die Keimung doch noch ein Jahr lang hemmte (dann 100%), in D aber schon innerhalb 3 Wochen 100% erreicht wurden, während bei Behinderung der Atmung durch das Ölharz und auch noch durch die Hülse die mehrere Jahre¹⁾ gehemmte Keimung natürlich umgekehrt durch L gefördert wurde. Solche und viele andere Erfahrungen zwangen schließlich zu der „Theorie“ einer gesteigerten Atmung: von D (bei 15°–20°) zu L zu D_{Fr} bis zu L_{Fr} aufsteigend²⁾. Nunmehr dürfte sich natürlich diese Steigerung

¹⁾ Letzte Keimung bis 100% in D (Hülse und Ölharz) erst 1929, nach 5 Jahren.

²⁾ Der hierin anscheinend liegende Widerspruch klärt sich zwanglos auf durch die Überlegung, daß es in D natürlich eine Temperatursteigerung bis zu einem Optimum der Atmungsfrequenz gibt und ebenso eine Senkung bis zu einem Minimum (D_{Fr}), welch letzteres bei tiefster Senkung natürlich für manche Arten schon tödlich wirken kann (besonders bei Frostlücken), ohne daß die für die

für eine Reihe von Sonderfällen bis zu fast endlosen „Schattierungen“ und Graden modifiziert erweisen durch die Faktoren des Höhenklimas mit seiner wechselnden Quantität und Qualität der Strahlung und einem je nach Höhe verschiedenen Luftdruck, Wärme- und Feuchtigkeitswechsel. Freilich dürften nur in Sonderfällen die „Höhenkeimer“ die Zwecke der Praxis berühren, so interessant und willkommen sie für die technische Lösung biologischer Fragen sein mögen. Denn nach der Übersicht, die ich durch Prüfung vieler Alpenpflanzensamen gewann, scheinen eben nur einige wenige Arten so wesentlich durch das Höhenklima beeinflußt zu werden, daß man in Seehöhen von 0—500 m diesen Einfluß bei Keimversuchen ohne weiteres bemerkt, bzw. nicht durch die Wirkungsdauer und den Wirkungsgrad anderer Faktoren ausgleichen kann.

An dieser Stelle sei noch auf eine andere Möglichkeit hingewiesen. Zu den durch LFr total vernichteten Samen gehörten die von *Lobelia Dortmanna*. Die nach der besten Keimungsbedingung, DFr nach voraufgehender Belichtung (20°) der feuchtliegenden Samen (genau wie bei vielen *Potamogeton*-Arten), erhaltenen, anscheinend völlig gesunden 100 Keimlinge wuchsen in München stets außerordentlich langsam, um dann doch trotz raffinierter Methoden immer wieder zu sterben. Obwohl hier nicht derselbe Fall, wie bei den genannten Höhenkeimern, vorzuliegen schien, halte ich es doch für möglich, daß die 500 m Höhenunterschied gegen Holstein wenigstens bei der weiteren Kultur der Keimlinge einen Einfluß auf das Gedeihen hatten. Diese Beobachtung erwähnte ich nur, weil ja die Möglichkeit vorliegt, daß auch die Höhe von München (520 m) für manche Samen schon eine Hemmung, für manche natürlich ebenso eine Förderung bei der Keimung bedeutet (also schon die ersten 500 m von der See aus). Eine mir eben erst zugehende Arbeit von C. W. Leggatt aus dem Saatlaboratorium von Calgary, Alberta, U. S. A., beweist wenigstens, daß ein solcher Höhenunterschied auch bei Kultursamen schon Schwankungen in den Keimprozenten bedingt. Im Laboratorium von Calgary, das 1035 m hoch liegt, zeigten sich schon seit

meisten Arten verderbliche gleichzeitige Lichtwirkung — LFr hinzukommt. Wenn trotzdem von L und D (bei 15° bis 20°) zu DFr und weiter zu LFr eine Atmungssteigerung möglich ist, so liegt das daran, daß diese gesteigerte Wirkung nach Frost erst als Nachwirkung eintritt, bei hohen Herkünften oft erst im Juni bis September (vgl. z. B. auch *Saxifraga nivalis* aus arktischem Klima).

längerer Zeit Unterschiede in der Höhe der Keimziffern gegenüber den Befunden der tiefer liegenden Stationen. Diese Unterschiede konnten nach peinlicher Untersuchung anderer möglicher Störungsquellen schließlich nur auf die hohe Lage der Station und ihre Klimafaktoren — vielleicht den verminderten Luftdruck zurückgeführt werden¹⁾. Nach dieser Erkenntnis wurden die 8 Jahre hindurch von 30 verschiedenen Laboratorien der Vereinigung staatlicher Saatprüfer in U. S. A. vorgenommenen vergleichenden Samenprüfungen als Material benutzt, um genaue Zahlen über die Wirkungsunterschiede zwischen hoher und tiefer Lage zu erhalten. Man stellte die Ergebnisse von je 15 Laboratorien „Niedrig“ und 15 Laboratorien „Hoch“ gegenüber, bei einem durchschnittlichen Höhenunterschied von 84 m und 595 m. Aus diesen nachträglich vorgenommenen Vergleichen ging unzweideutig hervor, daß bei *Dactylis glomerata* und den *Poa*-Arten die niedrige Lage die Keimung begünstigte (bei diesen Arten waren die Unterschiede zuerst aufgefallen in Calgary), bei *Phleum* und *Agrostis stolonifera* (var. *major*) aber die hohe Lage die Keimung förderte. Bei der Keimung einer ganzen Reihe angebauter Leguminosen begünstigte wieder ebenso die hohe Lage die Keimung, augenscheinlich durch Verminderung der hartschaligen Körner. Verfasser nimmt an, daß hier der niedere Luftdruck den Gasaustausch erleichtert. Das gleiche bewirkt ja nach meinen langjährigen Untersuchungen an wilden hartschaligen Leguminosen das Licht. Immerhin bietet bei diesen Befunden von Leggatt die große Menge der Proben, aus denen man die Durchschnittszahlen berechnete, einen gewissen, sicheren Anhalt. Ein genauerer Einblick wäre möglich gewesen, wenn man bei den Berechnungen vergleichende Untersuchungen von Samenherkünften aus genau bekannter Seehöhe hätte zugrunde legen können. Offenbar hat die Standortshöhe bei den zu vergleichenden Saaten einen ganz bestimmten, wenn auch bei Kulturpflanzensaatgut wahrscheinlich meist nicht sehr bedeutenden Einfluß. Nur die große Menge der in Rechnung gestellten Einzeluntersuchungen wird diese Fehlerquelle daher soweit verwischen, daß eben doch vorläufig die Tatsache aus ihnen abgelesen werden kann, daß man auch bei der Prüfung von Kultursämereien die Seehöhe der Prü-

¹⁾ C. W. Leggatt, Calgary, Alberta, U.S. A. Die Höhenverhältnisse als ein Faktor bei dem Keimversuch. Altitude as a factor in germination testing. Mitt. der Internat. Vereinigung für Samenkontrolle. Kopenhagen, 1930, Nr. 11 und 12, S. 109.

fungsstation als einen Faktor zu berücksichtigen haben wird. Für die Samenbiologie aber hat die nunmehr angeschnittene Frage ein vorläufig noch nicht ganz übersehbares, jedenfalls aber in Zukunft sehr zu beachtendes Interesse. Hängen doch manche andere Fragen, auch die Vererbung betreffende, damit zusammen. Da aber nur eine größere Menge vergleichender Versuche hier weitere Klarheit schaffen kann, fühle ich mich vorläufig verpflichtet, mein Material zu weiterer Bearbeitung zur Verfügung zu stellen, zu einer Zeit, in der ich noch die große Menge der bisher von mir angestellten Versuche einigermaßen überblicken kann. Ich selbst bin leider genötigt, meine letzten noch laufenden Keimversuche mit Schluß dieses Jahres abzubrechen. Deshalb sei im folgenden neben allgemeinen Beziehungen noch auf einzelne neue Befunde hingewiesen.

Bei mannigfachen Veröffentlichungen habe ich immer wieder betont, daß die Unfähigkeit namentlich vieler alpiner Samen bei Lichtausschluß zu keimen durchaus nicht — im allgemeinen wenigstens nicht — auf einer gewissen Unreife beruht. Auf diesen Gedanken könnte man ja kommen, wenn man sich der zahlreichen Fälle erinnert, in denen frischgeerntete Samen auch jahrelang bei Lichtabschluß im feuchten Keimbett zwar frisch bleiben, aber doch nur im Licht \pm rasch keimen, während eine trockene Aufbewahrung von mehreren Monaten und länger sie so verändert, daß sie nun auch in D ganz oder teilweise auflaufen. So liegt die nach Lagerung auch in D ganz leicht und rasch keimende Saat von *Bryonia alba* nun schon 18 Jahre bei mir in D frisch und gesund im Keimbett, während sie in L längst ausgekeimt ist¹⁾. Auch bei *Poa*-Arten und vielen anderen Samen ist es ja ähnlich. Dem stehen aber namentlich viele alpine und arktische Samen gegenüber, bei denen man die trockene Aufbewahrung so lange fortsetzen kann, bis nur wenige Samen noch keimfähig sind, und trotzdem keimt der noch lebensfähig gebliebene Rest nur in L, bisweilen eine größere Menge oder sämtliche Samen sogar nur noch in den chemisch wirksameren Bezirken des violetten und ultravioletten Lichtes, das dann auch von den „ \pm toten²⁾“ Samen noch einen größeren Anteil ins Leben zurückführt. Ebenso wirkt H_2O_2 .

¹⁾ Diese Samen stehen, wie auch andere noch lebende, 19—22 Jahre in D liegende: z. B. *Cuscuta obtusiflora* (22 J.) — nunmehr = *C. indecora* var. *neuropetala*, *Smilax aspera* (20), *Iris sibirica* (18). Interessenten zur Verfügung.

²⁾ Diesen Ausdruck brauchte ich einmal in früherer Zeit für diesen labilen Zustand!

Manche von solchen Samen erfahren allerdings ihre Nachreife (bis zur Keimreife) erst unter dem Schnee. So kam es, daß man z. B. die Samen von *Cassiope tetragona* lange Zeit nicht zum Keimen bringen konnte, weil man sie gleich im Herbst nach der Reife ansetzte. Waren sie zwei Monate nach München unterwegs, so ersetzte diese Trockenzeit völlig die Nachreife unter dem heimatlichen Schnee; jedoch auch nach längerer Nachreife keimte niemals ein Same dieser und anderer arktischer Ericaceen in D, auch nie in DFr.

Ich rufe diese allgemeinen Erfahrungen ins Gedächtnis, um ganz überraschende Verhältnisse zu beleuchten, wie ich sie durch viele Jahre bei Euphorbiaceen verfolgte. Hier finden sich bisweilen Samen, deren Lichtbedürfnis¹⁾ behufs Keimung in keinem Falle durch längeres trockenes Lagern zum Schwinden gebracht werden kann. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß hier die einzelnen Arten sehr wechselnde Lichtansprüche haben, bis zu vollkommenen D-Keimern. Diese Samen unterscheiden sich auch dadurch von dem großen Heer der Lichtkeimer, daß sie ohne eine längere trockene Lagerung — obwohl vollkommen ausgereift, d. h. aus den Springfrüchten abgeschleudert — lange Zeit, oft Jahre, überhaupt nicht keimen, auch in L nicht. Das bei vielen Euphorbiaceen erfolgende Herausschleudern der Samen ist immer ein gutes Zeichen vollendeter Reife. Bei *Buxus*, dessen Samen übrigens ziemlich rasch keimen, kann man beobachten, daß die Samen, welche man kürzere Zeit vor dem Abschleudern den Kapseln entnimmt, fast restlos faulen, obwohl sie äußerlich schon ganz den vollreifen gleichen. Andere Euphorbiaceensamen haben, wie gesagt, jene eigentümliche, jahrelange Keimungshemmung, die bei *Mercurialis* auch durch Frost kaum verringert werden kann. Das eigentümlichste Beispiel fand sich zuerst (1910) bei einer Probe von *Mercurialis annua*, die 6 Jahre überhaupt nicht keimte, dann in weiteren 7 Jahren (stets nur in L) bis zu 25 %. Nachdem feuchtliegende Teilproben im ersten und zweiten Winter mit DFr behandelt worden waren und in der Zwischenzeit und weiterhin später dann stets belichtet wurden, konnten nach 3 Jahren schon 4 %, nach 12 Jahren sogar 32 % Keimlinge erzielt werden, immerhin eine durch diese Nachwirkung (**eine lange anhaltende**²⁾) zweier Frostwinter deutliche Förderung gegenüber L 20°.

¹⁾ Oder Lichtempfindlichkeit: z. B. bei *Euphorbia Lathyris* (Dunkelkeimer).

²⁾ Wie in manchen anderen Fällen: Vgl. Neue Tabellen (E. Ulmer, Stuttgart) z. B. *Lysimachia vulgaris*, *L. nemorum* (Tabelle 20).

Nach diesen Befunden berichtete nun Gillot¹⁾, daß die Samen von *Mercurialis annua* sich leicht zum Keimen bringen lassen, wenn man sie 1 Jahr bei Stubentemperatur trocken aufbewahrt. Danach war es mir interessant, zu erkunden, ob auch die Samen der unter ganz anderen Einflüssen wachsenden und fruchtenden Waldpflanze *Mercurialis perennis* (sie fruchtet nicht überall!) durch solche trockene Lagerung die gleiche Beschleunigung im Keimverlauf erfahren und namentlich, ob danach vielleicht Keimung in D einträte. Daß *M. perennis* ähnlich langsam keimt, wie *M. annua*, wußte ich aus früheren Versuchen. Die Samen zu diesem Versuch konnten sehr reichlich im buschigen Hochwald bei Seeshaupt O.-B. am 16. 6. 29 geerntet werden und wurden nach dem völligen Herausspringen aus den mitgenommenen Pflanzenteilen 1 Jahr lang trocken aufbewahrt (lose in Papierdüte). Die am 24. 6. 30 in L und D angesetzten 300 Samen erwiesen sich durch die trockene Lagerung nur wenig geschädigt. Immerhin starben im ganzen 10⁰%, die letzten nach 3 Monaten feuchten Lagers. Diese gestorbenen Samen wurden aus gleichzeitig angesetzten Reserven ergänzt. Die Keimung erfolgte nun in der Tat sehr rasch, schon nach 3 1/2 Monaten in ziemlich rascher Folge bis zu Anfang Dezember bis zu 15⁰%, während in D auch nach 1 Jahre nichts keimte. Auch für *M. perennis* konnte also der Befund von Gillot, beträchtliche Keimungsbeschleunigung nach einjähriger Trocknung, bestätigt werden. Wichtiger war mir die gleichzeitige Feststellung, daß trotz Trocknung bis zum Beginn des Sterbens der Samen die Unfähigkeit in D zu keimen bestehen blieb, wie dies ja auch durch 12 Jahre bei feucht lagernden Samen von *M. annua* (frisch geerntet 1910) von mir beobachtet wurde. Ebenso keimten bei einem späteren Versuch mit Samen von *M. annua*, 1918 in sehr günstiger Lage gereift, etwas schneller schon vom 3. Jahr (mit 12⁰%) an bis zum 10. Jahre die reichliche Anzahl von 47⁰%, aber ebenfalls nichts in D, auch nichts in DFr; in LFr nach 3 Jahren nur bis 2⁰%, der Rest stirbt in LFr.

Ferner gelang mir erfreulicherweise zu guter Letzt noch eine weitere Bestätigung. Chemin²⁾ hatte 1925 gefunden, daß sich *Lathraea clandestina* nach 2—3 Monaten trockener Aufbewahrung zum selbständigen Keimen bringen läßt. Nachdem ich 15 Jahre lang

¹⁾ Gillot, Paul, Observation sur la germination de *Mercurialis annua*. Bull. Soc. Bot. France, **72**, 139—153, 1925.

²⁾ Chemin, E., Bull. Soc. Bot. France, 1013—1042 (1925).

unter allen möglichen Bedingungen (auch durch Fr) vergeblich einen ähnlichen Erfolg bei *L. Squamaria* zu erreichen versuchte, erntete ich zu einer Nachprüfung von Chemins Befund reichliche Samenmengen von *L. Squamaria* am 12. 6. 29 in München. Nach 4 Monaten trockener, vielleicht etwas zu langer (!) Lagerung (Ansatz 15. 10. 29) erwiesen sich diese Samen später zwar so geschädigt, daß mehr als die Hälfte im Laufe eines Jahres starben, jedoch erfolgte tatsächlich nach $1\frac{1}{2}$ Jahren (1. 4. 31) die erste Keimung, nun bis 3 %, aber nur in D, wo überhaupt von den Samen weniger starben als in L. Die Entwicklung der Keimlinge war eine äußerst langsame, durch Wochen gesund voranschreitende, bis zu einem größten Durchmesser des eiförmigen Keimkörpers von 2 mm in 5 Wochen. Zweifellos echte Keimungen, Keimpflanzen, die nur wegen des Fehlens der Wirtspflanze schließlich sterben werden. Auch an der Wirtspflanze ist ja das Wachstum der Keimlinge ein äußerst langsames¹⁾. Daß übrigens das Sterben der Samen nach dem Trocknen auf diese trockene Aufbewahrung zurückzuführen ist, steht fest, weil Samen der gleichen Herkunft bei 15 jährigen Versuchen (auch wie hier und bei *Mercurialis* auf 12 facher Fließpapierlage in Petrischalen) stets lange frisch und gesund gequollen verblieben, bis nach 1 Jahr allmählich erst die ersten zu faulen anfangen. Wenn man Wurzelstücke von Erlen zugab, konnten die Samen sogar 9 Jahre zum großen Teile gesund erhalten werden.

Ich freue mich, daß ich diese Samenarbeit auch nach Verlust der mir früher in reicherm Maße zu Gebote stehenden persönlichen Mittel nun bis zu einem gewissen Grade vollenden konnte; sehr gern würde ich besonders die letzte auftauchende Frage der Höhenkeimer weiter behandelt haben. Aber gerade hierzu sind größere Geldmittel erforderlich, als sie mir — und manchen anderen gewiß auch — augenblicklich zu Gebote stehen. Nach meinen Vorarbeiten lohnten sich noch recht viele Bearbeitungen von anderen Teilproblemen, z. B. das Schwanken der Anzahl selbstständig keimender Samen bei Halbschmarotzern, je nach Atmungsregelung durch Frost und Licht, die nähere Erforschung des besonderen Wesens der Frost- und Lichtwirkung und das Verhältnis beider Einwirkungen zueinander mit genaueren Apparaten, das Verhalten der tropischen Dunkelkeimer u. a. Von letzteren habe

¹⁾ Frost und Licht usw., Nachtrag II, S. 151, Verlag E. Ulmer, Stuttgart. Bis jetzt, nach beinahe 4 Monaten, sind die Keime noch kerngesund, anfangs bleich, nach $2\frac{1}{2}$ Monaten rosa.

ich eigentlich nur eine *Carlotea* sp. (Amaryllidaceae) näher untersucht. Die Samen wurden mir 1926 aus Brasilien von Professor Guimarães¹⁾ freundlichst zur Verfügung gestellt. Bei 20° blieben sie 10 Monate auf feuchtem Fließpapier frisch, keimten aber nicht. Als dann „L“ und „D“ mit 30% behandelt wurden, erzielte ich schon nach weiteren 11 Monaten eine Keimung von 3 : 84 (D), nach 12 Monaten 36 : 100. L kommt erst (im September 1930) nach 36 Monaten auf 84%. Bei derartigen Samen würden mannigfach abgestufte Versuche sicher noch interessante Aufschlüsse über die Atmungsverhältnisse feucht ruhender Samen geben.

Am Schluß möchte ich noch einen Ausblick für die von mir bisweilen gestreifte Frage der Erbllichkeit erworbener Eigenschaften geben, nachdem auch neuerdings wieder von Jollos²⁾ die Umweltbedingungen als auslösende Faktoren der gerichteten Mutation erkannt wurden. Diese Frage beginnt ja jetzt diskutabler zu werden, hoffentlich nicht in einem der großen dabei doch nötigen Vorsicht nicht entsprechenden Tempo. Auch mit Rücksicht auf den entscheidenden Einfluß der allerfrühesten Jugendentwicklung auf die späteren Bildungsvorgänge der wachsenden Pflanze spielen bei solchen Erblchkeitsfragen die Entwicklungsvorgänge während der Keimung und ihr je nach äußeren Einflüssen wechselnder Verlauf insofern eine bedeutsame Rolle, als sich zeigte, daß die Samen bestimmter Arten sich unter verschiedenen Klima- und Bodenverhältnissen in ihren Ansprüchen an Licht- und Frostbeeinflussung völlig umstellen, bisweilen in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen. Beispiele habe ich häufig angeführt. Es hat sich nun weiterhin herausgestellt, daß so weitgehend vom Klima und Boden beeinflusste Eigenschaften der Samen wie z. B. Lichtempfindlichkeit und Hart-schaligkeit (Wärmeverlangen) auch erblich bedingt sind. Hier müßten sich doch sicher Wege finden lassen, um nachzuweisen, wieweit solche bei dem Auflaufen der Samen und der weiteren Entwicklung der Keimlinge doch maßgebend, besser gesagt richtunggebend eingreifenden Einflüsse bzw. dergestalt beeinflusste Sameneigenschaften bereits bei der Erbllichkeit der aus Umweltbedingungen erworbenen Eigenschaften der Pflanzen mitbeteiligt sind.

¹⁾ Guimarães bezeichnet die Art in der Intern. Agr. Wiss. Rundschau, 1926, Nr. 2, S. 255 als „*Tuber brasiliensis*“.

²⁾ Die Naturwissenschaften, 1931, H. 8, 20. Febr. Siehe auch Natur u. Museum (Senkenberg) H. 6, 1931.

Häufig genug beobachten die Pflanzenzuchtstationen¹⁾ wärmerer und anders gearteter Klimate, daß Saatgut aus unserem gemäßigten Klima bei ihren Versuchen überhaupt nicht aufläuft oder doch im Anfang nur eine gewisse Anzahl zunächst kümmerlich gedeihender Pflanzen liefert, die erst nach weiterem jahrelangen Anbau und besserer Eingewöhnung brauchbares Material zu den dann oft erfolgreichsten Kreuzungen mit den einheimischen Landsorten abgeben. Zwischen diesem „Sein und Nichtsein“ liegen aber doch sicher alle denkbaren Übergänge von Entwicklungen, vom Klima und den Bodenverhältnissen ebenso stark gehemmte wie sonst beeinflusste Entwicklungsstufen, in die sowohl die berührten erblichen Sameneigenschaften wie Hartschaligkeit, Lichtempfindlichkeit, Wärmeverlangen usw. irgendwie eingreifen müssen als auch der gewohnte „unabänderliche“ Gang der Mendelkreuzung.

Es wäre ja z. B. denkbar, daß der von einer Saat aus fremdem Klima in solchen Fällen gerade noch auflaufende Anteil ganz oder fast ganz eine mit bestimmten Erbfaktoren ausgestattete Vererbungsgruppe darstellt, während der fremdländische Klimaeinfluß das Auflaufen anderer Gruppen verhindert. Wieweit dabei Unterschiede in Lichtempfindlichkeit²⁾, Hartschaligkeit, Wärme- und Feuchtigkeitsansprüchen der betreffenden Samenanteile eine Rolle spielen, kann man sich wohl vorstellen. Wie dann etwa weitere Einwirkungen des fremden Klimas auf diese werdenden klimafremden Pflanzen — unter Umständen also unter fortgesetzter Auslese — zustande kommen und sich in den wenigen, nicht den ungewohnten Einflüssen zum Opfer gefallen Keimen erblich festlegen können, ist im vorstehenden genügend angedeutet.

¹⁾ Z. B. Prof. Dr. Boerger, *Observaciones sobre Agricultura. Quince años de trabajos fitotécnicos en el Uruguay*. Montevideo 1928, Imprenta Nacional (580 S.).

²⁾ Vgl. Kinzel, Über die Möglichkeit einer neuen Züchtungsmethode von Tabakrassen. *Tropenpflanzer*, Jahrg. XII, 1908, Nr. 7.

Die toximetrische Prüfung von Holzkonservierungsmitteln.

Von

Ad. Rabanus.

Die Frage nach der besten und zweckmäßigsten Schnellprüfungsmethode zur Ermittlung des Konservierungsvermögens von Holzschutzmitteln ist schon Gegenstand zahlreicher Publikationen und Diskussionen gewesen und gerade in letzter Zeit dadurch sehr akut geworden, daß amerikanische und, durch sie veranlaßt, kurz darauf europäische Sachverständige zusammengetreten sind, um, wenn möglich, zu einer einheitlichen Auffassung und einer Standardisierung der Methoden zu gelangen. Die Besprechungen drehten sich dabei um folgende drei Fragen:

1. Welche Untersuchungsmethoden für Holzschutzmittel sind nach den bisherigen Erfahrungen als die sichersten und zweckmäßigsten anzusehen?
2. Welche holzerstörenden Pilze sollen für die Ausführung dieser Untersuchungen Anwendung finden?
3. Welche Schlüsse können auf Grund der durch die Untersuchungen ermittelten toximetrischen Werte für die Bewährung der untersuchten Holzschutzstoffe in der Praxis gezogen werden?

In folgendem soll versucht werden, diese drei Fragen an Hand vorgenommener Untersuchungen und der dabei gesammelten Erfahrungen zu beantworten, ohne hiermit aber dem von dem augenblicklich arbeitenden Ausschuß später zu erstattenden Endbericht vorgreifen zu wollen.

I. Untersuchungsmethoden.

Es ist schon seit längerer Zeit allgemein anerkanntes Prinzip, die Prüfung der pilzwidrigen Kraft von Holzkonservierungsmitteln nur mit Holzpilzen vorzunehmen. Die Verwendung von Schimmelpilzen, Cellulosevergärrern oder anderen Organismen ist allgemein aufgegeben, so daß in der Beziehung keine weitere Erörterung erforderlich ist, aber es besteht noch keine Einigkeit darüber, ob die Prüfungen auf mit dem zu untersuchenden Mittel versetzten künstlichem Nährboden (Gelatine, Agar usw.) oder natürlichem

(Holz, Holzmehl) vorzunehmen sind. Sowohl die eine als auch die andere Methode ist in mancherlei Variationen empfohlen worden. Für die Zweckmäßigkeit der Benutzung eines künstlichen Nährbodens wurde im allgemeinen die Einfachheit dieser Methode und die Möglichkeit der Erzielung genauer Vergleichswerte angeführt. Dahingegen machten die mit Holz als Nährsubstrat arbeitenden Versuchsansteller geltend, daß nur bei Benutzung des natürlichen Substrates zur Bestimmung der pilzwidrigen Eigenschaften eines Präparates zuverlässige, auf die Praxis übertragbare Werte zu erzielen seien.

Um das Für und Wider der beiden Methoden zu erörtern, ist zunächst die Frage zu prüfen, ob die bei beiden Methoden zu erzielenden Resultate jeweils so eindeutig sind, daß sie auch bei Variationen in der Versuchsanordnung dieselben bleiben. Biologische Versuche ergeben nicht immer die exakten, immer wieder genau reproduzierbaren Werte, wie sie bei physikalischen Messungen oder chemischen Analysen als selbstverständlich erwartet werden. Geringe Schwankungen des Endwertes sind auch unter Beobachtung genauester Versuchsbedingungen nicht zu vermeiden. Unter

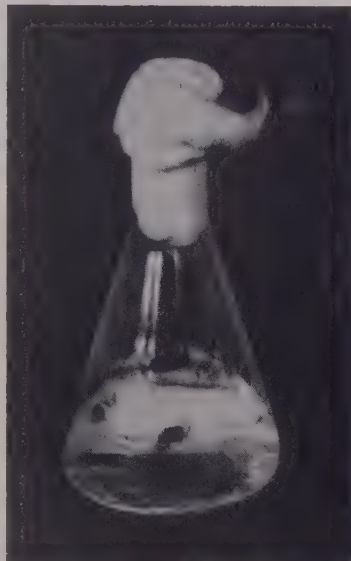


Abb. 1.

Berücksichtigung dieser Tatsache kann man sagen, daß bei Bestimmung der dosis toxica der verschiedenen Holzschutzmittel durch Aufimpfung kleiner Myzeflocken auf im Verhältnis zu dieser Impfflocke große vergiftete Agar-Nährböden praktisch unter sich gleiche Werte erzielt werden. In der Beziehung kann man von einer Eindeutigkeit der Methode sprechen; aber welche Hemmungswerte ergeben sich, wenn das Verhältnis des Pilzmyzels zum vergifteten Nährsubstrat stark zugunsten des Pilzmyzels verschoben wird?

Um eine Antwort auf diese Frage zu bekommen, wurden Versuche in der Weise durchgeführt, daß auf ein üppig wachsendes Myzel eines Holzpilzes ein Stück vergifteten Agar-Nährbodens

gelegt wurde. Im einzelnen wurde dabei folgendermaßen vorgegangen:

Die Pilzkulturen wurden in 300-ccm-Erlenmeyer-Kolben angesetzt. Auf diese Kulturen wurden Agar-Würstchen gelegt, und zwar je ein mit dem zu prüfenden Konservierungsmittel versetztes und ein normales als Kontrolle. Zur Herstellung der Würstchen wurde der Agar-Nährboden steril in sterile Reagenzgläser gefüllt, und zwar bis zu einer Höhe von 6—7 cm. Nach vollständigem Erstarren des Agars wurden die unteren Enden der Reagenzgläser kurz in kochendes Wasser getaucht, so daß die Würstchen beim Umkippen des Röhrchens ohne weiteres nach der Öffnung des Röhrchens rutschten, und nach Entfernen der Wattebausche von Reagenzglas und Erlenmeyer-Kolben auf das im Erlenmeyer-Kolben üppig wachsende Pilzmyzel gebracht werden konnten. Es zeigt sich nun, daß bei dieser in Abb. 1 wiedergegebenen Anordnung die Pilze sich z. T. ganz anders verhalten als bei Aufimpfung kleiner Flocken auf ein großes Substrat. Tabelle 1 gibt einen Teil der Versuchsergebnisse wieder.

Tabelle 1.

	Pilzart	Hemmungswert	
		a) Pilz auf vergiftetem Substrat (Röhrchen-Werte)	b) vergiftetes Substrat auf Pilz (Würstchen-Werte)
		%	%
CuSO ₄	<i>Merulius domesticus</i> . . .	0,75 — 1,0	über 3
	<i>Coniophora cerebella</i> . . .	1,25 — 1,5	" 3
	<i>Polystictus versicolor</i> . . .	0,1 — 0,2	0,1 — 0,2
	<i>Lenzites abietina</i>	0,075 — 0,1	0,1 — 0,2
	<i>Fomes annosus</i>	0,3 — 0,4	± 0,3
ZnCl ₂	<i>Merulius domesticus</i> . . .	0,3 — 0,4	über 2
	<i>Coniophora cerebella</i> . . .	0,2 — 0,3	1,75 — 2
	<i>Polystictus versicolor</i> . . .	0,25 — 0,5	0,5 — 0,75
	<i>Lenzites abietina</i>	0,1 — 0,25	0,5 — 0,75
	<i>Fomes annosus</i>	0,25 — 0,5	über 2
HgCl ₂	<i>Merulius domesticus</i> . . .	0,03 — 0,04	0,1 — 0,2
	<i>Coniophora cerebella</i> . . .	0,02 — 0,03	0,09 — 0,1
	<i>Polystictus versicolor</i> . . .	unter 0,03	0,06 — 0,07
	<i>Lenzites abietina</i>	0,01 — 0,02	0,01 — 0,02
	<i>Fomes annosus</i>	0,01 — 0,02	0,02 — 0,03

Aus den Zahlen ergibt sich folgendes:

Bei Kupfersulfat liegen die Würstchen-Werte für *Merulius* und *Coniophora* viel höher als die Röhrchen-Werte, während die beiden Werte für *Polystictus*, *Lenzites* und *Fomes* praktisch als gleich anzusehen sind. Bei Chlorzink liegen die Verhältnisse ähnlich. *Merulius*, *Coniophora*, daneben aber auch *Fomes* haben erheblich höhere Würstchen-Werte, während die Werte für *Polystictus* und *Lenzites* nur in geringerem Maße abweichen. Bei Sublimat stimmen die Werte für *Lenzites* und *Fomes* bei beiden Methoden überein, während *Merulius* und *Coniophora* stärker und *Polystictus* wieder weniger abweichen. Selbstverständlich ist bei der Würstchen-Methode ebenso wie bei der Röhrchen-Methode das Wachstum auf den vergifteten Substraten nicht bis zu den in den obigen Tabellen angegebenen Konzentrationen ohne jede Hemmung aber erst bei den oben angegebenen Werten tritt die absolute Hemmung ein.

Hier kommt es nur darauf an, zu zeigen, daß die Intensität des Pilzwachstums unter Umständen starke Verschiebungen im Hemmungswert eines Präparates bewirken kann, und daß deshalb die Methode des Aufimpfens kleiner Myzelteile auf große vergiftete Substrate Hemmungswerte ergibt, die einer unter extremen Bedingungen möglichen Beanspruchung nicht immer entsprechen. Für manche Präparate können je nach Verwendung kleiner oder großer Impfflocken die verschiedensten Hemmungswerte erhalten werden. Für die Praxis könnte daraus gefolgert werden, daß irgendein Holzschutzmittel schwachen Pilzangriffen lange Zeit, kräftigen Angriffen derselben Pilze aber nur kurze Zeit oder gar nicht zu widerstehen imstande wäre.

Ähnliches wurde auch bei Verwendung einer anderen Methode festgestellt. Petrischalen, welche durch Glaswülste in vier Teile geteilt waren, wurden so mit Malzextrakt-Agar beschickt, daß je zwei einander gegenüberliegende Viertel normalen Kontroll-Agar resp. mit dem zu untersuchenden Mittel in steigenden Konzentrationen versetzten Agar erhielten. Alle vier Viertel wurden dann mit dem Pilz beimpft. Abb. 2 zeigt 8 Schalen aus einer solchen Versuchsserie mit Kupfersulfat. Bei den mit dem vergifteten Agar beschickten Vierteln ergab sich so ein Hemmungswert, der den oben in Tab. 1 angeführten Röhrchen-Werten entspricht. Das auf dem Kontrollagar üppig wachsende Myzel machte nun in vielen Fällen an den die einzelnen Viertel der Schalen trennenden Glas-

wülsten nicht Halt, sondern wuchs, wenn auch gehemmt, über den vergifteten Agar hinweg. Es ist aber zu bemerken, daß das Myzel bei den höheren Konzentrationen nicht immer in den vergifteten Nährboden eindrang, sondern oft nur auf ihm fortwuchs.

Aus den bisher gemachten Ausführungen geht hervor, daß die verschiedenen Methoden, Holzpilze auf vergiftetem Agar zu züchten, keine übereinstimmenden Werte ergeben, sondern daß die Werte in vielen Fällen von der Größe und Intensität des zum Versuch herangezogenen Pilzmyzels abhängig sind. Wegen dieser Unter-

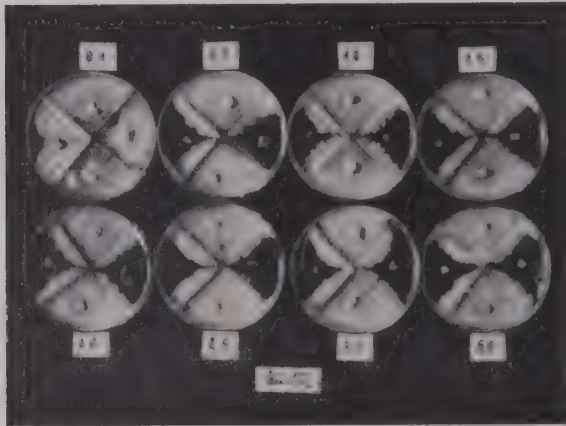


Abb. 2.

schiede in den zu erzielenden Resultaten erscheinen deshalb die nach der Agar-Methode erzielten Werte nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragbar.

Eben wurde angegeben, daß neben einem künstlichen Substrat, wie Agar, auch das natürliche Substrat, Holz, zur Bestimmung des Hemmungswertes von Holzkonservierungsmitteln benutzt werden könnte. Das Arbeiten mit Holz als Substrat ist nun nicht ganz so einfach, wie das mit Agar, und es ist deshalb verständlich, daß sehr viele Versuchsansteller das Agar-Substrat dem Holze vorziehen. Es fragt sich nur, wieweit sind die aus den auf Agar gewonnenen Hemmungswerten zu ziehenden Schlüsse beweiskräftig, und was sagen uns diese Hemmungswerte über den toxischen Wert eines Mittels im Holz. Von vornherein könnte man vermuten, daß ein Stoff, der in Agar das Wachstum eines Holzpilzes hemmt, auch im

Holz dieselbe Wirkung entfalten muß, aber es wäre doch möglich, daß ein Stoff sich gegen Agar vollkommen indifferent verhält, während er mit dem Holz oder Einzelbestandteilen des Holzes chemische Bindungen derart eingeht, daß seine Konstitution sich grundlegend ändert, womit dann sicher auch eine Änderung seines Konservierungsvermögens eintreten müßte. Außerdem könnte es sein, daß ein Stoff von der Holzfaser so stark absorbiert oder fixiert wird, daß er nachher bei Zutritt von Feuchtigkeit nicht mehr in Lösung geht oder nur in so geringem Maße, daß eine das Wachstum von Holzpilzen hemmende Wirkung unmöglich gemacht wird. Andere Möglichkeiten sollen zunächst unerörtert bleiben.

Eine Klärung dieser Verhältnisse kann nur der Versuch geben, bei welchem der Hemmungswert bestimmter Holzkonservierungsmittel einmal in Agar und zum anderen im Holz selbst festgestellt wird. Die Versuche in Agar wurden in bekannter Weise vorgenommen, und die Versuche auf Holz wurden im Prinzip in der Weise angesetzt, wie es z. B. u. a. von Falck¹⁾ und Liese²⁾ veröffentlicht worden ist, d. h. Klötzchen aus Kiefernspint- und Buchenholz im Ausmaße von etwa $6 \times 1 \times 1$ cm wurden unter Anwendung von Vakuum und Druck mit verschiedenen konzentrierten Lösungen der zu prüfenden Mittel imprägniert, getrocknet und dann mit je einem nicht behandelten Kontrollhölzchen gleicher Art und Herkunft auf kräftig wachsende Agar-Kulturen der zu prüfenden Holzpilze gelegt. Als Kulturgefäße wurden Erlenmeyer-Kolben oder auch Kolle-Schalen benutzt. Zur Vermeidung einer zu großen Feuchtigkeitsaufnahme der Klötzchen aus dem Agar-Substrat wurden zwischen Pilz und Holzklötzchen zwei Glasstäbchen eingeschaltet, auf denen die Klötzchen ruhten. Das Pilzmyzel wuchs über die Glasstäbchen hinweg und besiedelte die Holzklötzchen, soweit das zugeführte Schutzmittel eine derartige Besiedelung zuließ. Nach Verlauf von 2—4 Monaten wurden die Klötzchen ausgebaut und an dem Zerstörungsgrad die Wirkung des Schutzmittels festgestellt. Die bei diesen Versuchen erzielten Resultate sind in den Abbildungen 3—9 graphisch dargestellt, und zwar mit logarithmisch eingeteilter Ordinate damit die zwischen den einzelnen Mitteln sehr stark variierenden Hemmungswerte in gleichem Maßstabe wiedergegeben werden können. Auf der Abszisse sind, mit Nr. 1—17 bezeichnet, die verschiedenen Pilze eingetragen. Die

¹⁾ Hausschwammforschungen, Heft 8. Jena 1927.

²⁾ Angewandte Botanik (X), 1928, S. 156 ff.

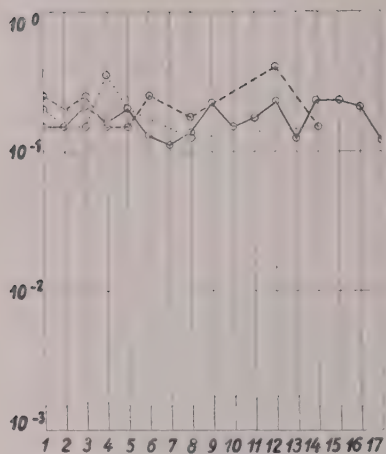


Abb. 3. Natriumfluorid.

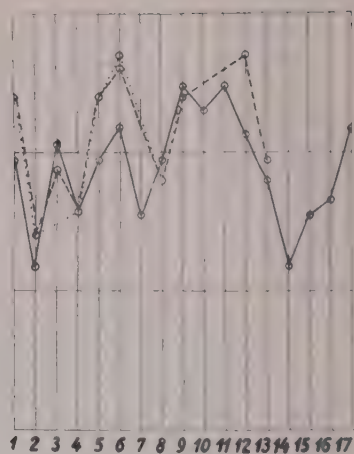


Abb. 4. Arsenige Säure.

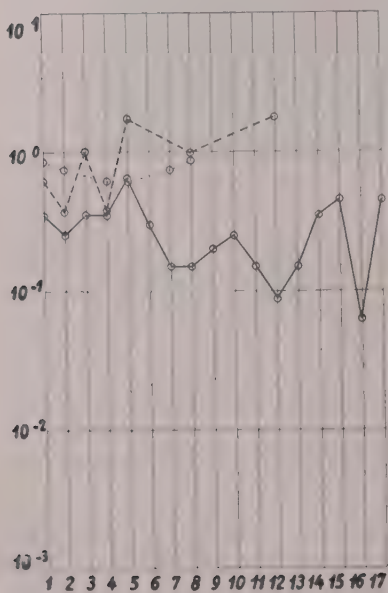


Abb. 5. Chlorzink.

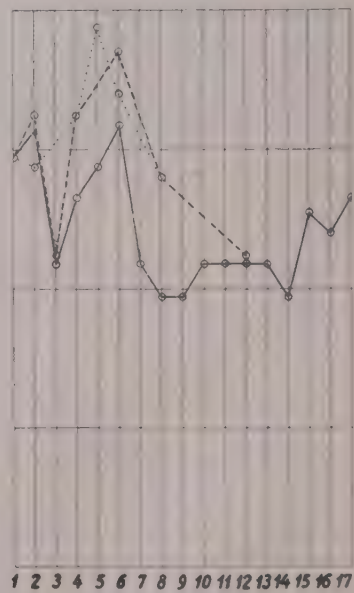


Abb. 6. Kupfervitriol.

ausgezogene Kurve bedeutet jeweils die bei der Röhrenchenmethode gefundenen Hemmungswerte, während die gestrichelte die auf Buchenholz und die punktierte Kurve die auf Kiefernholz gefundenen Werte angibt. Die Nummern 1—17 entsprechen folgenden Pilzen:

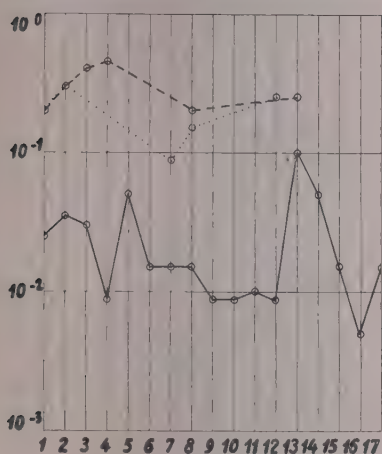


Abb. 7. Sublimat.

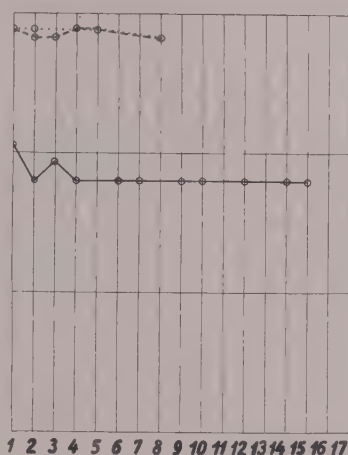


Abb. 8. Natriumbichromat.

- Nr. 1 = *Merulius domesticus*
 „ 2 = *Coniophora cerebella*
 „ 3 = *Polystictus versicolor*
 „ 4 = *Ptychogaster*
 „ 5 = *Polyporus vaporarius*
 „ 6 = *Polyporus sulfureus*
 „ 7 = *Polyporus schweinitzii*
 „ 8 = *Lenzites abietina*
 „ 9 = *Lenzites thermophila*
 „ 10 = *Lenzites trabea*
 „ 11 = *Lenzites saepiaria*
 „ 12 = *Pleurotus ostreatus*
 „ 13 = *Stereum purpureum*
 „ 14 = *Schizophyllum*
 „ 15 = *Fomes annosus*
 „ 16 = *Trametes pini*
 „ 17 = *Lentinus lepideus*.

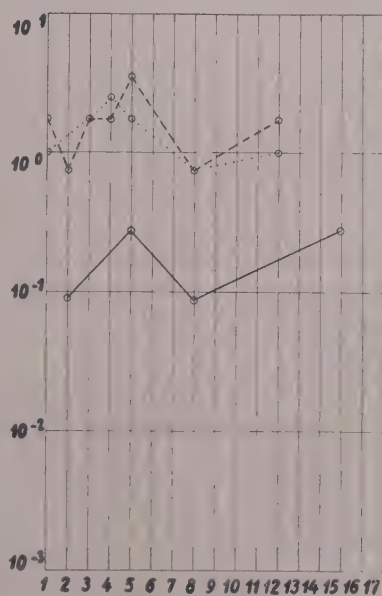


Abb. 9. Teeröl.

Bei einem Vergleich der Kurven fällt auf, daß zwischen den einzelnen Mitteln fundamentale Unterschiede bestehen. Betrachtet man zunächst die Werte für Natriumfluorid, dann ergibt sich, daß die Agar-Werte und die Holzwerte praktisch gleich sind. Geringe Schwankungen können ohne weiteres vernachlässigt werden. Ähnliches gilt für arsenige Säure. Bei Chlorzink und Kupfersulfat treten schon Differenzen auf, und zwar so, daß die auf Holz erzielten Hemmungswerte im extremsten Falle mehr als 10mal höher liegen als auf Agar; z. B. genügt in Agar eine Konzentration von 0,075—0,1% Chlorzink, um das Wachstum von *Pleurotus ostreatus* zu unterdrücken, während bei Buchenholz eine mehr als 10fache Zufuhr erforderlich ist, um eine Zerstörung des Holzes durch *Pleurotus* zu verhindern. Ähnliches gilt, ebenfalls bei Chlorzink, für *Lenzites abietina*. Weniger groß sind die Unterschiede bei *Polyporus vaporarius*, und zu vernachlässigen sind sie bei *Coniophora cerebella*. Bei Kupfersulfat stimmen die Hemmungswerte für *Merulius* bei Agar und Holz überein, ebenso bei *Polystictus versicolor*, aber *Polyporus vaporarius* und *Lenzites abietina* zeigen wieder große Unterschiede. Ganz allgemein große Differenzen bestehen dann bei Sublimat. Die Hemmungswerte auf Agar und Holz verhalten sich im Durchschnitt wie 1 : 10. Auch Natriumbichromat und Teeröl¹⁾ zeigen Unterschiede sehr ausgeprägter Art.

Worauf diese gewaltigen Unterschiede im einzelnen zurückgeführt werden können, wurde oben bereits angedeutet. Für Natriumbichromat ist der Grund sehr leicht anzugeben. Er besteht darin, daß das Bichromat im Laufe der Zeit im Holz fast restlos in Chromoxydhydrat übergeführt wird. Bei Sublimat dürfte der Grund darin liegen, daß das Sublimat im Holz komplexe Quecksilberverbindungen bildet, welche entweder an sich weniger wirksam sind, oder aber so stark von der Holzfaser fixiert werden, daß sie deswegen nicht voll zur Wirkung gelangen können. Ähnlich große Unterschiede wie bei Sublimat finden sich auch bei Teeröl.

Aus diesen Versuchsergebnissen ist zu folgern, daß die auf Agar erzielten Hemmungswerte zunächst nichts über die im Holz zur Wirkung gelangenden fungiziden Eigenschaften eines Mittels aussagen können. Lediglich eine negative Auslese kann durch die Agar-Methode er-

¹⁾ Die Agarwerte von Teeröl sind der Arbeit von Dehnst, „Angewandte Chemie“, 1928, S. 357, entnommen.

zielt werden insofern, als ein auf Agar wirkendes Mittel vielleicht auch im Holz wirken kann, daß aber ein in Agar unwirksames Mittel auch im Holze keine Wirkung entfalten kann oder, kraß ausgedrückt, die toximetrische Untersuchung nach der Agar-Methode erlaubt, ein sicheres Urteil nur über die Eignung eines Mittels zum Schutze von Malzextrakt-Agar gegen den Befall durch die geprüften Pilze zu fällen.

Noch auf einen Punkt sei hier hingewiesen. In den obigen Ausführungen ist bisher nur die Rede von chemisch einheitlichen Körpern gewesen. Bei diesen Körpern liegen die Verhältnisse nun verhältnismäßig einfach. Anders aber ist es, wenn eine Mischung verschiedener Körper vorliegt. Man kann natürlich die Wirksamkeit eines derartigen Gemisches ohne weiteres feststellen. Es dürfte aber leicht zu Fehlschlüssen führen, wenn man eine Trennung des Gemisches in Einzelbestandteile vornehmen, die Wirksamkeit der Einzelbestandteile untersuchen und daraus folgern würde, daß dieser oder jener Anteil besonders wirksam ist. Bei Mischungen verschiedener Körper können aber durch chemische Bindungen Bedingungen eintreten, die namentlich bei öligen Mischungen, wie das Teeröl eine darstellt, im einzelnen oft schwer zu übersehen sind. Es kann dabei eine Steigerung der Summenwirkung, aber auch eine Abnahme derselben eintreten.

Im Jahre 1924 veröffentlichte Bateman¹⁾ eine Arbeit, aus der hervorging, daß, wenn man Teeröl mit indifferentem Rohöl mischt, diese Mischung nur halb so wirksam ist, als es rechnerisch sich ergeben müßte, d. h. also, durch die Zugabe des an sich völlig indifferenten Öles wird die Toxizität des wirksamen Öles auf die Hälfte herabgesetzt. Ähnliches ergab sich auch gelegentlich anderer Untersuchungen, und zwar in folgendem Falle:

Chlorthymol wurde einer Malzextraktgelatine in Mengen von 0,01, 0,02, 0,03, 0,04 und 0,05% zugegeben und mit Schimmelpilzen beimpft. Parallel mit dieser Reihe liefen Reihen, denen außer dem Konservierungsmittel noch jeweils 0,01, 0,1, 0,5 und 1% eines wasserlöslichen, sulfurierten Rizinusöles zugegeben waren (Abb. 10). In der ohne Öl angesetzten Reihe wurde ein unter 0,01% liegender Hemmungswert festgestellt. Auch die mit 0,01% Öl angesetzte Reihe ergab noch einen unter 0,01% liegenden

¹⁾ Bateman, E., Proceedings Americ. Wood Preserv. Ass. 1924, S. 140.

Wert, während ein Zusatz von 0,1% Öl den Hemmungswert auf 0,015, ein Zusatz von 0,5% Öl auf 0,035, und ein Zusatz von 1% Öl den Hemmungswert auf über 0,05% heraufsetzte. Irgend eine chemische Änderung des Konservierungsmittels ist in diesem Falle nicht anzunehmen, vielmehr wird der Zusatz des sulfurierten Öles eine Änderung in dem Verteilungskoeffizienten des Präparates bewirken, und zwar so, daß ohne Ölzusatz der größte Teil des Präparates von den Lipoiden der Pilze gelöst wird, und dadurch

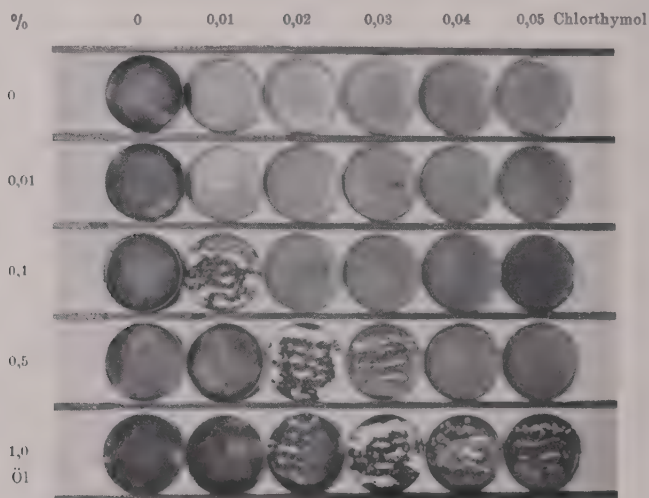


Abb. 10.

eine Abtötung der Pilze bewirkt, während bei Zusatz des Öles ein größerer Teil des Präparates eben in dem Öl-Wassergemisch verbleibt und nur der geringere Anteil des Präparates von den Lipoiden der Organismen aufgenommen wird. Diese Versuchsergebnisse sind besonders bedeutungsvoll für alle die Fälle, in denen man zur besseren Unterbringung eines nicht oder nur schwer wasserlöslichen Stoffes in Agar unter Benutzung besonderer Emulgatoren eine Emulsion anwendet. Die Anwendung einer solchen Emulsion kann — das geht aus obigem hervor — den Wirkungswert eines Präparates sehr stark verändern. Jedenfalls aber folgt daraus, daß ein Holzkonservierungsmittel im Holz nur in der Form untersucht werden sollte, in der es nachher auch zur Anwendung ge-

langt. Ölige Substanzen sollten dabei dem Holze bei wechselnder Dosierung in einem leicht flüchtigen Lösungsmittel zugeführt werden.

Zusammengefaßt ergibt sich nun aus den in obigem angeführten Versuchen, daß die toxischen Eigenschaften eines Holzkonservierungsmittels nur durch Untersuchung im Holze selbst festgestellt werden können, und daß die Verwendung irgendwelcher künstlicher Nährböden nur zu leicht zu verhängnisvollsten Trugschlüssen führen kann. Wieweit an Stelle der Holzklötzchen Holzmehl treten kann, ist noch Gegenstand weiterer Untersuchungen.

2. Für die Versuche zu benutzende Pilze.

In vielen amerikanischen Arbeiten wird als wichtigster Testpilz *Fomes annosus* benutzt, weil er als sehr resistent angesehen wird, und weil er in künstlicher Kultur üppig und schnell wächst. Für die Kultur auf künstlichem Nährboden mögen diese beiden Eigenschaften günstig sein, für die auf Grund der bisher gemachten Ausführungen zu fordernde Holzklötzchen-Methode haben die Eigenschaften aber nur recht bedingten Wert. Nicht die Holzpilze sind für die Klötzchen-Methode als besonders günstig anzusehen, die üppiges Luftmyzel bilden, sondern die, welche das Holz leicht angreifen und zerstören. In der Beziehung ist nun *Fomes annosus* nicht gerade günstig, da er zwar das Holz besiedelt, aber doch nur zu einem sehr geringen Grad zerstört. Das ist auch nicht weiter verwunderlich, da es sich bei diesem Pilz ja nicht um einen in der Natur an totem Holz vorkommenden Organismus, also nicht um einen Saprophyten, sondern um einen am lebenden Holz vorkommenden Organismus, d. h. um einen Parasiten, handelt. Aus diesem Grunde also bestehen gegen die Verwendung von *Fomes annosus* als wichtigsten Testpilz schwerwiegende Bedenken.

Wenn nun gesagt wurde, daß *Fomes annosus* als besonders widerstandsfähig anzusprechen ist, und daß mit *Fomes annosus* erzielte Resultate bei anderen Holzpilzen mindestens nicht ungünstiger sein können, so kann dieser Ansicht nicht beige pflichtet werden. Ein Organismus, der gegen ein Holzkonservierungsmittel A sehr resistent ist, kann gegen ein Mittel B sehr empfindlich sein. Um diese Verhältnisse zu prüfen, wurden 17 verschiedene Holzpilze auf künstlichem Nährboden gegen 7 verschiedene Mittel geprüft. Das Resultat dieser Prüfungen ist in der Abb. 11 graphisch

dargestellt. Auf der Abszisse sind die einzelnen Pilze (Bedeutung der Zahlen s. o.) und auf der logarithmisch eingeteilten Ordinate die für die verschiedenen Mittel ermittelten Hemmungswerte wiedergegeben. Ein Blick auf die Abbildung zeigt, daß die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Pilze gegen ein- und dasselbe Mittel

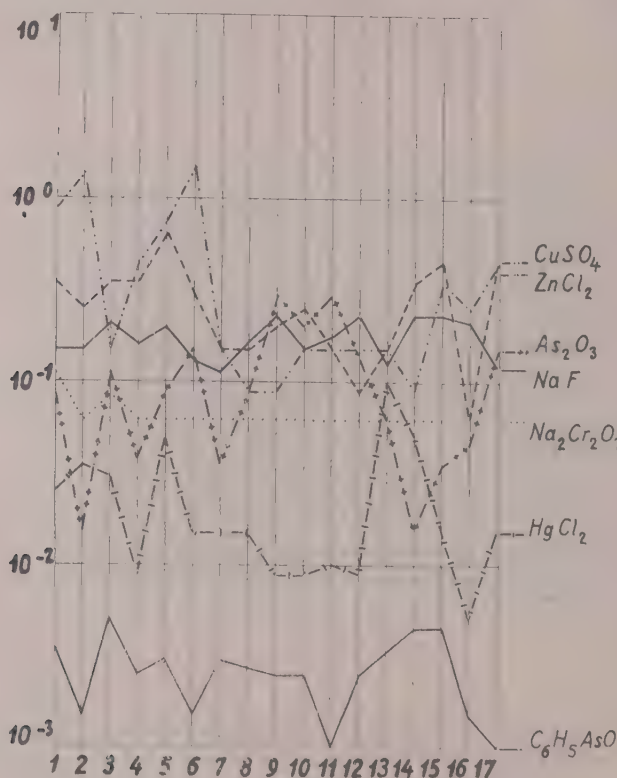


Abb. 11.

sehr verschieden ist. Allerdings gibt es auch Stoffe, die, wie z. B. Fluornatrium und Natriumbichromat, sehr gleichmäßig gegen die verschiedenen geprüften Pilze sich verhalten. So schwankt z. B. der absolute Hemmungswert von Fluornatrium bei den 17 geprüften Pilzen nur zwischen 0,11⁰ % und 0,23⁰ % und bei Natriumbichromat zwischen 0,0625⁰ % und 0,11⁰ %. Dahingegen betragen die Schwankungen bei Kupfersulfat schon das mehr als 10fache, bei Sublimat

das 15fache und bei arseniger Säure sogar das 30fache. Im einzelnen ist auf folgendes hinzuweisen:

Von allen geprüften Pilzen sind *Coniophora* und *Schizophyllum* gegen arsenige Säure am empfindlichsten. Gegen Kupfersulfat aber ist *Coniophora* sehr resistent, *Schizophyllum* aber wiederum sehr empfindlich. Für *Coniophora* wirkt eine Menge von arseniger Säure absolut hemmend, die nur ungefähr ein Hundertstel der von Kupfersulfat benötigten Menge beträgt, während andererseits *Lenzites thermophila* 3mal soviel arsenige Säure wie Kupfersulfat verträgt. Die Unterschiede in der Resistenz der einzelnen Pilze gegen verschiedene Stoffe sind also — das geht aus den hier näher besprochenen Zahlen und weiter noch aus den in Abb. 11 wiedergegebenen Kurven deutlich hervor — so beträchtlich, daß es unbedingt erforderlich ist, bei der Prüfung eines Holzkonservierungsmittels eine ganze Reihe von Pilzen zu benutzen.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß man allgemein von arsenempfindlichen oder quecksilberempfindlichen Pilzen spricht. Zu den arsenempfindlichen rechnet man vornehmlich *Coniophora*, während *Lenzites thermophila*, *trabea* und *saepiaria* zu den arsenfesten Pilzen gehören. Es scheint aber, als wenn diese Resistenz sich nicht auf Arsenikalien schlechthin, sondern nur auf die arsenige Säure beziehen würde, denn die Kurve für den Hemmungswert von Phenylarsinoxyd läuft auch nicht annähernd mit der für arsenige Säure parallel. Im Gegenteil, dem bei den drei oben genannten *Lenzites*-Arten in der As_2O_3 -Kurve gelegenen Maximum entspricht ein Minimum bei der Phenylarsinoxyd-Kurve. Ähnliches gilt für *Lentinus lepideus*, und gerade das umgekehrte Verhältnis ist bei *Schizophyllum* zu beobachten, d. h. einem Minimum bei arseniger Säure entspricht ein Maximum bei Phenylarsinoxyd.

Vergleicht man die in den eingangs gezeigten Kurvenbildern Nr. 3—9 wiedergegebenen, nach der Agar- und der Klötzchen-Methode gefundenen Hemmungswerte, so ergibt sich, daß in manchen Fällen die beiden Werte ungefähr parallel laufen, d. h. einer Resistenz auf Agar entspricht eine Resistenz auf Holz. Deutlich zeigt das z. B. arsenige Säure, aber es gibt auch Ausnahmen: *Pleurotus ostreatus* z. B. zeigt bei Chlorzink auf Agar einen minimalen, auf Holz aber einen maximalen Wert. Ähnliches gilt für *Pleurotus* und *Ptychogaster* bei HgCl_2 und das Gegenteil für *Stereum purpureum* ebenfalls bei HgCl_2 .

Zusammengefaßt sei als Folgerung dieser Versuche festgestellt, daß die Resistenz von Holzkonservierungsmitteln an einer größeren Zahl von Pilzen festgestellt werden muß. Dabei genügt es aber, um sicher zu gehen, nicht, die Hemmungswerte nur nach der Agar-Methode für mehrere Pilze und nach der Klötzchen-Methode für einen Pilz zu bestimmen, um dann auf Grund der für diesen einen Pilz gewonnenen Relation des Agar-Wertes zum Klötzchen-Wert die Klötzchen-Werte für die anderen Pilze zu errechnen. Einen für alle Pilze gleichen „Reduktionsfaktor“ gibt es nicht.

3. Welche Schlüsse können auf Grund der durch die Untersuchungen ermittelten toximetrischen Werte für die Bewährung der untersuchten Holzschutzstoffe in der Praxis gezogen werden?

Die toximetrische Untersuchung von Holzkonservierungsmitteln gibt — das muß immer wieder gesagt werden — nur einen Maßstab für die pilztötenden oder pilzabweisenden Eigenschaften des betreffenden Mittels, und deswegen können die Hemmungswerte nicht ohne weiteres zur Errechnung einer mittleren Lebensdauer des mit dem Präparat behandelten Holzes benutzt werden. Andere Faktoren, welche eingangs erwähnt wurden, sind ebenso wichtig, und würde man diese zu berücksichtigen versäumen, dann könnte man u. a. zu der Feststellung kommen, daß das beste und billigste Holzimprägniermittel das Wasser ist, denn ein nach dem Volltränkungsverfahren mit Wasser imprägniertes Holz ist gegen Pilzangriffe immun, nur — und das ist das Wichtige — gelingt es in der Praxis eben nicht, das Wasser im Holz zu „fixieren“. Dieses etwas paradoxe Beispiel möge zeigen, wie wichtig es ist, bei der Beurteilung von Holzkonservierungsmitteln alle in Frage kommenden Faktoren zu berücksichtigen. Wenn von zwei Mitteln das eine, A, an sich doppelt so wirksam ist als das Mittel B, aber dreimal so leicht ausgewaschen wird wie das Mittel B, dann ist eben das gegen Pilze weniger wirksame Mittel B doch ein besseres Holzkonservierungsmittel als das Mittel A. Ähnliches gilt natürlich für die Verdunstung und für die chemische Stabilität.

Versucht man nun, die bei den Schnellprüfungsmethoden erzielten Werte mit den in der Praxis schon erzielten Resultaten zu vergleichen, dann ergeben sich Feststellungen, die für die

Erörterung der hier zu behandelnden Frage wichtig und interessant sind.

Versuche mit Chlorphenolquecksilber auf künstlichem Nährboden hatten gezeigt, daß diese Verbindung gegen manche Pilze wirksamer ist als Sublimat, und es wurden deshalb seitens der deutschen Reichspostverwaltung im Jahre 1912 ca. 1500 Telegraphenstangen nach dem Einlageverfahren mit diesem Mittel behandelt. Die Zufuhr betrug im Durchschnitt 0,19 kg pro cbm. Man hoffte damit die gleiche Lebensdauer zu erzielen, wie bei der Zufuhr von 0,6—1 kg Sublimat, wie es beim Kyanisier-Verfahren üblich ist. Die Praxis zeigte aber, daß von den mit Chlorphenolquecksilber behandelten, in den Jahren 1912/17 eingebauten Stangen bis zum Jahre 1923 bereits 847 Stangen, d. h. fast 60%, wegen Fäulnis ausgewechselt werden mußten. Es ist besonders zu erwähnen, daß die Auslaugungsfähigkeit des Chlorphenolquecksilbers ebenso gering ist, wie die des Sublimats, daß also die vorzeitige Fäulnis nicht durch Auslaugung des Mittels erklärt werden kann. Erst viel später, als der durch die zu geringe Zufuhr bedingte Mißerfolg schon eingetreten war, wurde Chlorphenolquecksilber nach der Klötzchen-Methode toximetrisch untersucht, und dabei ergab sich, daß zur Verhütung des Wachstums der verschiedenen Holzpilze eine Zufuhr von 0,2—0,3 kg Chlorphenolquecksilber pro cbm erforderlich ist. Die im Jahre 1912 angewandte Zufuhr war also unterhalb der laboratoriumsmäßig gefundenen Minimalmenge, so daß der Mißerfolg erklärlich ist.

Ferner: Aus der Querscheibe eines mit einem sehr wirksamen Holzkonservierungsmittel imprägnierten gesunden Grubenstempels, der 12 Jahre in einer sehr nassen Stelle gestanden hatte, an welcher nicht imprägniertes Holz in $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Jahren durch Fäulnis zugrunde geht, wurden Sektoren herausgeschnitten, und in der oben dargestellten Weise auf das Myzel von *Coniophora cerebella* gelegt. Bei dem Ausbau nach 4 Monaten zeigte sich, daß einige Sektoren stellenweise vom Pilz angegriffen, andere dagegen vollkommen intakt geblieben waren. Zunächst erschien dieses Resultat überraschend, da der Stempel selbst in den 12 Jahren gesund geblieben war. Bei näherer Untersuchung der übrigen mit demselben Mittel imprägnierten Stempel, welche gleichzeitig an der gleichen Stelle eingebaut und ebenfalls nach 12 Jahren ausgebaut worden waren, zeigte sich aber, daß einige dieser Stempel doch geringe Fäulnisherde aufwiesen, d. h. also, daß in den 12 Jahren an

einigen Stellen soviel Imprägniermaterial aus dem Holze verschwunden war, daß Pilze das Holz an den am meisten ausgelagten Stellen besiedeln konnten. Die noch im Bergwerk befindlichen Stempel ließen das durch die stellenweisen Fäulniserscheinungen deutlich erkennen, und dasselbe Resultat zeigten die einer Schnellprüfung unterzogenen Sektoren.

Aus den beiden angeführten Beispielen könnte geschlossen werden, daß die Schnellprüfung nach der Klötzchen-Methode Werte ergibt, welche sich auf die Praxis ohne weiteres übertragen lassen, aber noch etwas anderes zeigt besonders der zuletzt angeführte Versuch. Der Versuchsstempel selbst war in der Grube trotz starker Infektionsmöglichkeit ganz gesund geblieben, im Versuch wurde er sofort angegriffen. Ähnliches konnte bei Eisenbahnschwellen, die jahrelang in der Strecke gesund geblieben waren, festgestellt werden, nämlich, daß sie im Laboratoriumsversuch sofort von Pilzen angegangen wurden. Daraus nun wieder ist zu schließen, daß die Klötzchen-Methode doch vielleicht eine mehr oder weniger übertriebene Beanspruchung des Prüfholzes darstellt.

Oben wurde gezeigt, daß Kupfersulfat gegen einige Holzpilze sehr wenig wirksam ist. *Polyporus vaporarius* z. B. greift noch Holzklötzchen an, welche mit einer 7,5 proz. Kupfervitriollösung imprägniert worden sind. Das würde bedeuten, daß Kiefernholz mit einer Zufuhr von mehr als 40 kg Kupfersulfat pro cbm noch angreifbar ist. In Europa hat nun Kupfersulfat jahrzehntelang als Imprägniermittel für Telegraphenstangen eine ganz hervorragende Rolle gespielt und die damit erzielten Resultate waren im allgemeinen durchaus befriedigend. Auch hieraus könnte man folgern, daß die Methode, die Wirkung von Holzkonservierungsmitteln nach der Klötzchen-Methode festzustellen, gegenüber den Verhältnissen in der Praxis sehr stark übertrieben ist, und daß die Beanspruchung des im Freien verbauten Holzes durch die Pilze bei weitem nicht so groß ist wie im Laboratoriumsversuch. Aber diese allgemeine Schlußfolgerung wäre voreilig. Man hat nämlich festgestellt, daß die mit Kupfersulfat vorschriftsmäßig nach dem Boucherie-Verfahren behandelten Stangen unter Umständen sehr schnell zugrunde gehen können. Genaue Zahlen darüber liegen in einem Aufsatz von Valasek¹⁾ vor. Valasek führt hier an, daß von über 3000 Stangen, die unter sich praktisch gleich

¹⁾ Zeitschrift für Post und Telegraphie, 1903, Nr. 33 u. 34.

waren, und die in drei verschiedene, gleiche Boden- und Klimaverhältnisse aufweisende Strecken Böhmens eingebaut worden waren, die Abgänge in den einzelnen Strecken grundverschieden waren. In einer Strecke zeigte sich nach vier Jahren schon ein Abgang infolge Fäulnis von 45,8%, in der anderen Strecke ein solcher von 2,34% und in der dritten von 0,5%. Der große Unterschied in der Bewährung in den drei verschiedenen Strecken wird darauf zurückgeführt, daß die Stangen der ersten Strecke jeweils an die Stelle von verfaulten Stangen, „ und zwar in die alten Löcher gesetzt, die beiden anderen Strecken aber ganz neu gebaut worden waren. In der ersten Strecke fanden sich die Stangen also, ähnlich wie im Laboratoriumsversuch, einem gut wachsenden Myzel gegenüber, während in den beiden anderen Strecken ein kräftiges Myzel wahrscheinlich nicht vorhanden war. Diese in den beiden gut erhaltenen Strecken stehenden Stangen konnten also vom Boden aus nicht oder nur in Ausnahmen durch Myzel angegriffen



Abb. 12.

werden, vielmehr war ein Zutritt von Holzpilzen zu diesen Stangen nur durch Sporeninfektion zu erwarten.

Man hat nun früher die Meinung vertreten, daß ganz allgemein Pilzsporen gegen Kupferverbindungen sehr empfindlich sind, wohingegen die Myzelien sich als resistenter erweisen sollten, aber einige Tastversuche zeigten, daß diese Annahme doch nicht richtig ist, daß vielmehr die Sporen verschiedener Holzpilze keine Abweichung von der Resistenz der Myzelien aufweisen.

Um eine Erklärung für die auffallenden Unterschiede in der Bewährung eines Präparates an verschiedenen Stellen zu finden, wurde in besonderen Versuchen die Angriffskraft der Pilze variiert.

Die stärkste Beanspruchung haben die Holzklötzchen sicherlich bei der oben geschilderten Klötzchen-Methode zu erdulden. Eine weit geringere Angriffskraft werden die Pilze aufweisen, wenn ein luftfeuchtes Holz mit einer Myzelflocke beimpft wird, wenn also das Verhältnis des Pilzherdes zum imprägnierten Holz sehr zuungunsten des Pilzes verschoben wird. Abb. 12 zeigt die Anordnung dieser Versuche.

Je ein imprägniertes und nicht imprägniertes Klötzchen wurde auf zwei, in feuchtem Sande liegende Glasstäbchen gelegt und nach Sterilisierung mit einer kleinen Pilzflocke beimpft. Soweit diese Versuche bis jetzt eine Beurteilung zulassen, sind die sich hierbei ergebenden Hemmungswerte in manchen Fällen sehr verschieden von den bei der oben geschilderten Klötzchen-Methode sich ergebenden. Sie nähern sich gelegentlich den Agar-Röhrchen-Werten, ohne daß aber eine Relation zwischen diesen „Pilz-auf-Holz“- und „Holz-auf-Pilz-Werten“ einerseits und den eingangs genannten „Pilz-auf-Agar“- und „Agar-auf-Pilz-Werten“ andererseits zu erkennen wäre.

Als Beispiel sei das Verhalten von Dinitrophenol angeführt, dessen Hemmungswerte bei der Klötzchen-Methode (Holz auf Pilz) und bei der abgeänderten Klötzchen-Methode (Pilz auf Holz) in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind.

Tabelle 2. Dinitrophenol.

Pilzart	Hemmungswert in %	
	Holz auf Pilz	Pilz auf Holz
<i>Merulius domesticus</i>	0,15 (Kiefer)	0,035 (Kiefer)
<i>Polystictus versicolor</i>	0,30 (Buche)	0,085 (Buche)
<i>Coniophora cerebella</i>	0,30 (Kiefer)	0,06 (Kiefer)
<i>Lenzites abietina</i>	0,30 (Kiefer)	0,035 (Kiefer)

Dieses Beispiel mag hier genügen. Es zeigt deutlich, daß die oben ausgesprochene Vermutung, wonach die Klötzchen-Methode (Holz auf Pilz) doch in manchen Fällen eine übertriebene Beanspruchung darstellt, zu Recht besteht. Ebenso sicher aber ist, daß in anderen Fällen die bei der Klötzchen-Methode erzielten Werte ohne weiteres auf die Praxis übertragen werden können. Ein Beispiel hierfür ist Fluornatrium, das bei der Röhrchen-Methode und den beiden Klötzchen-Methoden praktisch gleiche Hemmungswerte ergibt.

Weitere Untersuchungen haben darüber Klarheit zu verschaffen, welche Folgerungen ganz allgemein aus den bei den verschiedenen Laboratoriumsversuchen, welche unter Benutzung von Holz als Substrat durchgeführt werden, erzielten Hemmungswerte für die Praxis zu ziehen sind. Eines steht bisher schon fest, nämlich, daß die nach der Klötzchen-Methode gefundenen Werte in der Praxis niemals als zu niedrig sich erweisen werden. Bei normaler Beanspruchung des verbauten Holzes werden in vielen Fällen die Klötzchen-Werte zu hoch sein. Das zeigt z. B. ein Vergleich der für Kupfervitriol-erzielten Laboratoriumswerte mit den jahrzehntelangen Erfahrungen der Praxis. Nur bei ganz außerordentlicher Beanspruchung des Holzes, nämlich bei stärkster Bodeninfektion, werden die Klötzchen-Werte auch für die Praxis maßgebend sein, ob aber in allen Fällen auf eine mögliche allerstärkste Belastung Rücksicht genommen werden muß, kann nur die Praxis entscheiden.

Zusammenfassend seien die eingangs gestellten Fragen folgendermaßen beantwortet:

1. Grundsätzlich ist bei allen laboratoriumsmäßigen Schnellprüfungen von Konservierungsmitteln das Substrat als Medium zu verwenden, welches konserviert werden soll, im vorliegenden Falle also das Holz. Die auf Agar erzielten Werte können nur eine erste Orientierung über im Holze vielleicht zur Entfaltung kommende Wirkung gestatten.
2. Zur Prüfung ist nicht nur ein Pilz zu benutzen, sondern wegen der verschiedenen Resistenz der Gattungen und selbst der Arten einer Gattung müssen mehrere Arten herangezogen werden.
3. Die Bewährung von Holzschutzmitteln in der Praxis zeigt in **vielen** Fällen, daß die bei der Agar-Methode gefundenen Hemmungswerte zu günstig sind, und daß nur die nach der Klötzchen-Methode (Holz auf Pilz) ermittelten Werte der wahren Wirkung entsprechen können. In **anderen** Fällen aber zeigt die Praxis ebenso deutlich, daß die nach dieser Methode gefundenen Zahlen zu ungünstig sind. Die näheren Zusammenhänge sind noch festzustellen, entsprechende Versuche sind eingeleitet.

Kleine Mitteilung.

Bericht über die 1. Wanderversammlung des Verbandes deutscher Pflanzenärzte.

Vom 13.–15. Juni fand in Dresden die bei der Frühjahrshauptversammlung von Gleisberg-Pillnitz angeregte 1. Wanderversammlung des Verbandes deutscher Pflanzenärzte statt. Zugleich tagte die Mitgliederhauptversammlung der „Sächsischen Pflanzenschutzgesellschaft“.

Vertreter der sächsischen Staatsregierung, des Landesgesundheitsamtes und anderer Staatsbehörden, der Technischen Hochschule, der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in Pillnitz, der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Dresden, der Landwirtschaftskammer und der Forstkammer, von verschiedenen Verbänden der Praxis, der Presse und der Industrie nahmen an den z. T. programmatischen Vorträgen teil.

Von den Mitgliedern des Pflanzenärzteverbandes waren anwesend: Appel-Berlin, Appel-Gießen, Baunacke-Dresden, Crüger-Königsberg, Esmarch-Dresden, Ext-Kiel, Gleisberg-Pillnitz, Hahmann-Hamburg, Hülsenberg-Halle, Koltermann Stettin, Korff-München, Köstlin-Breslau, Laske-Breslau, Ludwigs-Berlin, Mentzel-Pillnitz, Müller, K. R.-Halle, Scheibe-Dresden, Schleusener-Landsberg, Schwartz-Berlin, Schwartz-Pillnitz, Steiner-Tharandt, Tempel-Dresden, sowie als Gäste: Bavendamm-Tharandt, Elßmann-Weihenstephan, Feucht-Jena, Jacobi-Dresden, Münch-Tharandt, Naumann-Pillnitz, Pieschel-Braunschweig, Prell-Tharandt, Schwangart-Dresden, Tobler-Dresden, Wartenberg-Stade, Wislicenus-Tharandt, Witßmann-Pillnitz. Außerdem nahm eine größere Zahl Mitglieder der Sächsischen Pflanzenschutzgesellschaft an den Veranstaltungen teil.

Der 13. Juni, der Haupttag, brachte Vorträge im „Landgasthof“ der Landwirtschaftlichen Abteilung der Hygiene Ausstellung.

Ludwigs wies in seiner Begrüßungsrede u. a. darauf hin, daß die programmatischen Vorträge von Appel und Schwartz eine noch in diesem Jahre erfolgende Aktion des Verbandsvorstandes in der Frage der Ausbildung der Pflanzenärzte und des allgemeinen Hochschulunterrichtes in Pflanzenschutz einleiten sollen und überreichte Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel namens des Verbandes als besondere Ehrung die Verbandsnadel, die Ährenschlange, in Gold.

Als Vertreter der sächsischen Staatsregierung begrüßte Ministerialrat Dr. v. Wenckstern die Versammlung und wies auf das besondere Interesse hin, das Sachsen allen Fragen des Pflanzenschutzes entgegenbringe. Daraus sei auch die Gliederung der Pflanzenschutzbelange in drei Hauptstellen: die landwirtschaftliche, die gärtnerische und forstliche, zu erklären. Diese Hauptstellen hätten auch insofern eine Sonderstellung, als sie Teile von Forschungsinstituten seien, die Forschungsarbeit auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes zu leisten hätten.

Nach den Vorträgen von Appel-Dahlem über „Der Pflanzenarzt in Gegenwart und Zukunft“ und von Schwartz-Dahlem über „Die Stellung und die Aufgaben der Hauptstellen für Pflanzenschutz im Wirtschaftsleben und im Staate“ fand eine anregende Diskussion über Fragen der Ausbildung, der Aufgaben und der Stellung des Pflanzenarztes statt. Die Bedeutung der angeschnittenen Fragen erfordert, daß

die Vorträge und die Erörterungen in der Diskussion allen Regierungsstellen und allen Pflanzenärzten im Druck zugehen.

In der Mittagspause wurde die auf dem Ausstellungsgelände befindliche Ausstellung „Pflanzenhygiene“ der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Dresden und die Ausstellung der Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz Tharandt in der Hygieneausstellung besichtigt.

Am Nachmittag folgten die Vorträge von Ludwigs-Berlin über „Die Beziehungen zwischen Witterungsverhältnissen und Pflanzenkrankheiten im Zeitraum 1925–1930 in Deutschland“, und Korff-München über „Die wirtschaftliche Bedeutung des praktischen Pflanzenschutzes“, sowie die Vorführung des Bisamrattenfilmes (von Pustet-München).

Für den Abend hatte die Sächsische Pflanzenschutzgesellschaft zu einem gemütlichen Beisammensein eingeladen.

Am 14. 6. fand ein Ausflug in die Sächsische Schweiz statt, den das Wetter sehr begünstigte.

Am 15. 6. wurde die Hauptstelle für gärtnerischen Pflanzenschutz in Pillnitz, sowie die Hauptstelle für Pflanzenschutz Dresden besichtigt.

Die 1. Wanderversammlung des Verbandes deutscher Pflanzenärzte, mit der der Verband zum ersten Male in die Öffentlichkeit getreten ist, kann als wohl geglückter Auftakt aktiven Gemeinschaftswillens der deutschen Pflanzenärzte betrachtet werden auf dem Wege, der Pflanzenhygiene die ihr im Staat und Wirtschaftsleben zukommende Geltung zu verschaffen.

G. Schwartz-Pillnitz.

Besprechungen aus der Literatur.

Boehringer, Ch. Ein Menschenalter kolonialer Erfahrungen auf der Insel Ceylon. Leipzig 1930. Verlag W. Dachsels. Preis geh. 3,60 RM., in Ganzleinen 5 RM.

Verf. bringt nach persönlichen Erinnerungen ausführliche Angaben über Kultur, Ertrag, chemische Zusammensetzung, Ersatzmittel, Geschichte, Gewinnung, Statistik, Export, Verwendung von Chinarinde, Erythroxylen Coca, Kokospalme, Kautschukpflanzen, Koffein, Opium, Citronellaöl, Ceylonzimtöl, Carica Papaya, Strychnos nux vomica, Tannin und Tee. Angegliedert sind Familienerinnerungen, Angaben über die Geschichte Ceylons und die der Firma Ch. u. A. Boehringer, welche sich um die Herstellung besonders des Chinins große Verdienste erworben hat.

K. Braun, Stade.

Escherich, K. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band 3. Spez. Teil, 2. Abt. mit 605 Textabb. und 14 Farbendrucktaf., 825 S., 1931, Verlag Paul Parey, Berlin. Preis 57.— RM.

Die Erforschung der theoretischen Grundlagen der Biozönose, der Massenvermehrung der Insekten und der Gesetzmäßigkeiten im biologischen Geschehen der letzten Jahre in der angewandten Entomologie haben zu einer Vertiefung der Kenntnisse geführt, von denen auch die Forstzoologie nicht unberührt geblieben ist. Da alle diese neueren Forschungen in dem vorliegenden Bande berücksichtigt wurden, war es unmöglich, sämtliche Schmetterlinge in einem Bande zu behandeln. Die Besprechung der Spinner, Schwärmer und Tagfalter soll in einem weiteren Bande folgen. Nach einer Übersicht über die Morphologie,

Anatomie und Lebensweise der Schmetterlinge bespricht Verf. im allgemeinen Teil die forstliche Bedeutung, die Epidemiologie, die Raupenkrankheiten, die chemische Bekämpfung mittels Flugzeug und Motorverstäuber und gibt einen Überblick über die systematische Einteilung der Schmetterlinge, wie sie von den verschiedenen Autoren aufgestellt worden ist. Im speziellen Teil werden die Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen behandelt. Das Massenauftreten der forstlichen Großschmetterlinge wie Kiefernspanner und Forleule in den letzten Jahren hat einer großen Zahl von Forschern Gelegenheit geboten, sich mit diesen Schädlingen zu beschäftigen. Diese Arbeiten sind vom Verf. in seinen Darlegungen berücksichtigt worden. Ganz besonders ist die einzigartige Bearbeitung der Forleule hervorzuheben. Bei der Darstellung dieses Schädlings ist neben den Entomologen auch der Praktiker durch Wiedergabe der Erfahrungen über die Organisation der Bekämpfung und der Botaniker (v. Tubeuf) durch seine Arbeiten über die Regenerationerscheinungen der Kiefer nach Schädigungen durch Forstinsekten zu Worte gekommen. Neben diesem Kapitel findet aber der angewandte Botaniker noch eine ganze Reihe von Angaben, die ihm Anregung geben und zu einer weiteren engeren Zusammenarbeit mit dem Entomologen in der Schädlingsbekämpfung führen können. —

Ausgestattet ist der Band mit vielen sehr guten Abbildungen und 14 Farbentafeln. Die drei wiedergegebenen Farbenphotographien geben ein anschauliches Bild des vom Kiefernspanner bzw. von der Kiefern-eule befallenen Waldes. Literaturnachweise und ein ausführliches Inhaltsverzeichnis vervollständigen dieses in der Forstzoologie einzigartige Werk.

Voelkel, Berlin-Dahlem.

Fodor, A. Das Fermentproblem. Zugleich eine Einführung in die Chemie der Lebenserscheinungen. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. XI u. 283 S. mit 12 Abb., geh. 20.— RM., geb. 22.— RM. Dresden und Leipzig, 1929. Verlag von Theodor Steinkopff.

Das 1922 aus dem Abderhaldenschen Institut hervorgegangene Werk hat, sehr zu seinem Vorteil, eine ganz andere Stoffgliederung erhalten und sich auch äußerlich, besonders bezüglich des Papiers, weitgehend verbessert. In 5 Hauptabschnitten mit 95 Unterkapiteln bespricht der Verfasser mit unleugbarem Geschick I. die Fermentwirkung im Allgemeinen, II. die fermentative Hydrolyse und die physiologische Chemie der Verdauung, III. Assimilation und Dissimilation, IV. die Fermentwirkung als physikalisch-chemisches Problem und V. Fermentwirkung und Kolloidchemie. Es ist bezeichnend für die Entwicklung der Fermentchemie, daß die Betrachtung des kolloidchemischen Phänomens und der Fermentkolloidsysteme, die in der ersten Auflage über die Hälfte des Buches, fast 9 Druckbogen, in Anspruch nahm, in der vorliegenden zweiten Auflage stark zugunsten der Behandlung physiologischer bzw. biochemischer Vorgänge zurückgetreten ist. Auch sonst ist der Entwicklung der Wissenschaft in allem Rechnung getragen und ein ungemein belehrendes und anregendes Werk geschaffen worden, das entsprechend seiner Überschrift vorzüglich zur Einführung in die Chemie der Lebenserscheinungen geeignet ist.

J. Houben.

Lundegårdh, Henrik. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. 2. Auflage. Jena 1930. 480 Seiten. Preis gebunden 27,— RM.

Das jetzt in der zweiten Auflage erschienene Buch von H. Lundegårdh behandelt zwei wichtige Teilgebiete der experimentellen Ökologie, das Klima und den Boden in ihrer Beziehung zur Pflanze. Wenn sich der Verfasser auf diese beiden Gebiete beschränkt und weitere Teilgebiete der Ökologie, wie die „Genökologie“ und die Besiedlungsfaktoren unberücksichtigt gelassen hat, so ist dies darauf zurückzuführen, daß wir über die Faktoren Boden und Klima durch eine Anzahl von grundlegenden Arbeiten experimenteller Natur unterrichtet sind; dagegen steckt die experimentelle Bearbeitung der anderen ökologischen Teilgebiete noch ganz im Anfang.

Die Zunahme der Arbeiten über den Einfluß von Klima und Boden gerade in den letzten fünf Jahren hat ihre Berücksichtigung bei der Neuauflage des vorliegenden Buches gefunden. Außer den neueren in englischer, deutscher und französischer Sprache erschienenen Veröffentlichungen ist ganz besonders die skandinavische Literatur berücksichtigt worden. Nicht ganz der Literatur der übrigen Länder entsprechend scheinen Ref. die russischen Veröffentlichungen berücksichtigt zu sein.

Indem das Klima in die drei wichtigsten, es bedingenden Faktoren: Licht, Temperatur und Wasser zergliedert wird, werden die drei ersten Kapitel des Buches gebildet, die, entsprechend den eigenen Arbeiten des Verfassers, eine besonders eingehende Besprechung der mit den genannten drei Faktoren zusammenhängenden Probleme bilden.

In den daran anschließenden Kapiteln wird der Boden, seine chemische und seine physikalische Beschaffenheit, seine Mikroorganismenwelt und schließlich der Kohlensäurefaktor behandelt.

Im Schlußkapitel nimmt der Verfasser zu einigen Grundfragen der experimentellen ökologischen Forschung Stellung, so u. a. zum Artbegriff in der Ökologie, zur Frage der Bedeutung einer Berücksichtigung der Biotypen auch für ökologische Probleme, die in bejahendem Sinn beantwortet wird.

In jedem der genannten Kapitel findet neben einer Besprechung der Einwirkung der verschiedenen Faktoren auf die physiologischen Vorgänge in der Pflanze und damit letzten Endes auf ihre ökologische Verbreitung, auch die Methodik der Untersuchungen eine eingehende Berücksichtigung. Durch Klarlegung der bisher gewonnenen Ergebnisse wird auf die noch offenstehenden Fragen hingewiesen, wodurch eine Menge von Anregungen verschiedenster Art gegeben werden. Eine große Anzahl, fast ausschließlich vom Verfasser stammender Aufnahmen erläutert in anschaulicher Weise die einzelnen Kapitel. So wird das Buch nicht nur für den Pflanzengeographen und Physiologen, sondern auch für den Pflanzenbauer und Pflanzenzüchter, sei es in Forst- und Landwirtschaft oder im Gartenbau, von großem Interesse sein.

Voss, Berlin-Dahlem.

Neger, F. W. Die Laubbölzer. Neubearbeitet von E. Münch. Kurzgefaßte Beschreibung der in Mitteleuropa gedeihenden Laubbäume und Sträucher. Mit 80 Figuren und 7 Tabellen. Sammlung Göschen. Walter de Gruyter & Co. Berlin und Leipzig 1931. In Leinwand gebunden 1.80 RM.

Das Büchelchen enthält in der Hauptsache eine Beschreibung der wichtigsten Laubbölzer. Daneben sind Tabellen zum Bestimmen der

Samen und Früchte, der Keimpflanzen, der Laubblätter, der Zweige im Winterzustand und der wichtigsten Laubhölzer nach Lupenmerkmalen und nach mikroskopischen Merkmalen vorhanden. Weiter findet sich eine Tabelle der spezifischen Gewichte der wichtigsten Hölzer und eine Übersichtskarte der geographischen Verbreitung einiger Laubholzarten. Auf den letzten Seiten sind Abbildungen von Baumrinden wiedergegeben, die aber leider nicht gut herausgekommen sind. Es würde sich empfehlen, alle Abbildungen, soweit sie nicht nach Zeichnungen angefertigt sind, auf Kunstdruckpapier zu drucken. Im übrigen dürfte das Büchchen eine gute, wenn auch nur sehr gedrängte Übersicht über die Laubbäume und Sträucher Mitteleuropas geben. Snell.

von Rathlef, H. Materialien zur Kenntnis des reifen Pollenkorns der Kartoffel. Wissenschaftl. Archiv für Landwirtschaft. 5. Bd., 3. Heft, S. 486—544, 16 Abb., 7 Tab. Berlin 1931. Verlag von Julius Springer.

Die Pollenuntersuchungen wurden hauptsächlich an fixiertem und mit Methylgrünessigsäure gefärbtem Material von 78 Kartoffelsorten vorgenommen. Es wurden sieben Pollenkorntypen, vier von rundlicher Form und drei polyedrische erkannt. Die Klassifizierung des Pollentypus stützt sich auf die Pollenmenge und die Pollenkorntypen. Der Pollentypus ist von der Witterung stark abhängig. Kühles und feuchtes Wetter ist für Kreuzungsversuche am günstigsten. Beim Benetzen des Pollens weist ein geringer Prozentsatz quellender Pollenkörner auf mangelnde Fertilität, ein hoher Prozentsatz auf gute Fertilität und damit auf Sicherung des Kreuzungserfolges hin. Die Nachkommen Gruppen von Joseph Rigault-Juli, Professor Wohltmann und Up-to-date zeichnen sich durch wenig Pollen mit geringer Fertilität aus. Über zwei Generationen hinaus konnte als Erbmerkmal steriler und mißgebildeter Pollen beobachtet werden.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Berichtigung.

In Heft 3 dieses Bandes ist die Abbildung 8 der Arbeit Ext versehentlich auf den Kopf gestellt worden. Es empfiehlt sich, auf dieser Seite zu vermerken, daß die Figur um 180° gedreht werden muß.

Vergleichende phänologische Beobachtungen an verschiedenen Getreidearten und Getreidesorten in den Jahren 1927 und 1928.

Von

Diplomlandwirt **Albert Geißler.**

(Aus dem Laboratorium für Phänologie und Meteorologie der Biologischen Reichs-
anstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.)

Mit 13 Abbildungen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	378
A. Klima und Vegetation in der Literatur. (Kurze Einführung) . .	378
B. Anlage des Versuches, Beobachtungsmaterial und Ausführung der Beobachtungen	382
Hauptteil	386
A. Phänologische Beobachtung verschiedener Getreidearten in verschie- denen Wachstumsstadien	386
1. Erstes Auflaufen	386
I. Weizen	386
II. Gerste	391
III. Hafer	392
2. Eintritt des Schossens	393
I. Weizen	393
II. Gerste	397
III. Hafer	399
3. Erstes Ähren- bzw. Rispschieben	400
I. Weizen	400
II. Gerste	402
III. Hafer	404
4. Eintritt der Blüte	406
I. Weizen	406
II. Gerste	409
III. Hafer	412
B. Vergleichende Betrachtung der sich bei den Beobachtungen ergebenden Sortenunterschiede.	414
I. Weizen	415
II. Gerste	424
III. Hafer	434
Schlußbetrachtung	445
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	447
Literaturverzeichnis	449

Einleitung.

A. Klima und Vegetation in der Literatur (kurze Einführung).

Bisher hat die Phänologie meistens Anwendung gefunden bei der Erforschung der klimatischen Eigentümlichkeiten bestimmter Gebiete. Hierauf haben besonders Hiltner (33) und Ihne (42) wiederholt hingewiesen und dabei ausgeführt, daß die Phänologie sich deshalb für diesen Zweck besonders eigene, weil sie in fortlaufender Beobachtung die Lebensäußerungen der Organismen in der Natur in ihrer Beziehung zu Klima und Witterung erfasse [vgl. auch Walter (89)]. Denn im Verhalten der Pflanzenwelt kommt, so führt Ihne (42) aus, „der Einfluß aller klimatischen Faktoren zusammen zum Ausdruck“, so daß das Verhalten der Pflanzenwelt „eine gute und anschauliche Beurteilung des Klimas gestattet“.

Das hauptsächlichste Ergebnis der phänologischen Arbeiten ist die Aufstellung von Karten gewesen, die auf Grund der phänologischen Daten eine Einteilung eines größeren Gebietes in klimatische Unterbezirke ermöglichen, wie sie in den Arbeiten Schrepfers (82), Hiltners (32), Ihnes (41) und Werths (97) erfolgt ist.

Man war zu einer anderen Aufgabenstellung gelangt, als sie den älteren phänologischen Arbeiten, insbesondere den Arbeiten Hofmanns (34) zugrunde gelegt worden war, und die als Ausgangspunkt die Frage hatten, ob und welche Temperaturwerte, Summen oder Schwellenwerte, die Dauer und den zeitlichen Eintritt einzelner Entwicklungsstufen im Leben der Organismen beeinflussen. Bereits Bos (8) hat nachgewiesen, daß die vielfach errechneten Werte, „Wärmesummen oder Thermische Konstanten und manche daraus gezogenen Folgerungen, grundsätzlich anfechtbar“ seien und daher abgelehnt werden müßten [vgl. auch Ihne (42)]. Nach den zahlreichen neueren Untersuchungen über den „Photoperiodismus“, die die verschiedenartige Beeinflussung der Vegetation durch die Einwirkungsdauer des Lichtes gezeigt haben, ist die Begründung für diese Ablehnung der vielfach benutzten Summenwerte oder Konstanten auch neuerdings wieder gegeben. Es hat sich danach gezeigt, daß nicht das physikalische Verhältnis der Witterungsfaktoren zueinander, das in den Temperaturwerten zum Ausdruck kommt, das Pflanzenleben beeinflußt und bestimmt, sondern daß die Beziehungen zwischen Pflanzenleben und Witterung insofern verwickelter sind, als sich hier noch die jeder Pflanzenart und -gattung eigentümliche Tätigkeit des Chlorophylls, allgemein

gesprochen, die für die betreffende Pflanzenart oder -gattung „eigentümliche Reaktion des Plasmas“ [vgl. Baur (24)], in diese Beziehungen maßgebend einschiebt. Offenbar sind hierin Unterschiede zwischen den einzelnen Pflanzengruppen vorhanden, die in verschiedener Beeinflussung durch die Umwelt-, insonderheit Klimaeinflüsse zum Ausdruck kommen. So stellte sich z. B. bei den Untersuchungen über den „Photoperiodismus“ der Pflanzen heraus, daß die Getreidepflanzen sogenannte „Langtagespflanzen“ sind, d. h. Pflanzen, die bei verlängerter Einwirkung des Tageslichtes ihre Vegetationsperiode verkürzen und umgekehrt dieselbe verlängern, sobald die tägliche Einwirkungsdauer des Sonnenlichtes verkürzt wird [vgl. Maximow (58)].

Ähnliche Folgerungen sind bereits im Anschluß an die Versuche von Klebs (49), [vgl. auch Lakon (56, 57), Howard (39)] ausgesprochen worden. So verneint Klebs auf Grund seiner Beobachtungen die Geltung einer autonomen oder autogenen Tätigkeit der Pflanzenzelle und vertritt den Standpunkt, daß die Ursache für die periodischen Erscheinungen der Pflanzenwelt, namentlich der Winterruhe, nicht als solche als vererbte Eigenschaften angesehen werden dürfe, sondern daß gewisse innere, durch die Außenwelt beeinflusste Bedingungen hierfür entscheidend seien. Baur (24) spricht sich ähnlich aus, wenn er sagt: „vererbt wird nur eine gewisse Reaktionsweise des Plasmas auf die Außenwelt“. Hierbei scheint auch die geographische Abstammung eine Rolle zu spielen. Nach Maximow (59) „bringt die geographische Abstammung manchmal eine sehr wesentliche Beeinflussung auf die allgemeine photoperiodische Charakteristik einer Pflanze“ mit sich.

Diese Erkenntnisse verdienen in der Landwirtschaft, insbesondere für die Beurteilung der Sorteneigentümlichkeiten eine ganz besondere Beachtung [vgl. auch Scheibe (74)], da, wie auch in der Praxis längst bekannt, die einzelnen Getreidearten und -sorten sich nicht für jedes Klima eignen. Heuser (30) hat das neuerdings im Anschluß an seine Untersuchungen in den Satz geformt, daß „eine Sorte ihre Höchstleistung nur da entfalten kann, wo sie zu jeder Zeit ihrer Entwicklung das Optimum der gerade benötigten Wachstumsbedingungen vorfindet, wo also ihr spezifischer Entwicklungsverlauf am besten mit dem Klimaverlauf (der betreffenden Gegend) übereinstimmt“. Oberstein, auch Werneck-Willingrain und Baumann (68, 93, 4) sind diesem Gedankengang ebenfalls in ihren Aufsätzen über einen planmäßigen Anbau der

Sorten nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten gefolgt. Dieses Bestreben ist auch aus weiteren Arbeiten herauszulesen, wenn hier, wie z. B. von Gisevius (vgl. 101), durch kartographische Eintragung der Zuchtstätten für die einzelnen Sorten und des beim vergleichswisen Anbau verschiedener Sorten erzielten Erfolges ein in dieser Richtung weisender Überblick bereits gesucht wurde. Auch in dem kürzlich erschienenen Handbuch zur Sortenfrage macht Baumann (5) einen ähnlichen Versuch.

Baumann (5) teilt seine Sorten auf Grund ihres „Einbruchsgebietes“ ein und sucht hierdurch die ökologischen Eigenheiten der einzelnen Sorten zu erfassen, und zwar als Sorten aus kontinentalem und maritimem Klima. Scheibe (74) hat bei seinen vergleichenden Versuchen gefunden, daß beide Gruppen sich in ihrem Transpirationsrhythmus voneinander unterscheiden, und eine „maritime Sorte einen ausgesprochen späten Entwicklungsverlauf zeigt“ und „mit ihrem Transpirationsrhythmus im Frühjahr nur träge zu reagieren“ beginnt. Auch Schneider fand das bei seinen Untersuchungen über den Wachstumsrhythmus an Fruchtständen von Getreide (80).

Damit hat „die Vegetationsperiode der Pflanze aufgehört, etwas Sicheres und Stabiles darzustellen“ (Maximow 59), und die Untersuchung der Vegetationsperiode unter verschiedenen Witterungsbedingungen, sowie das Verhalten der einzelnen Sorten hat für die Phänologie, die bereits auf dem Gebiete des Obstbaues die Aufstellung von Obstsortimenten und Pflücktabellen für bestimmte Gebiete (46) hervorgebracht hatte, besonderes Interesse gewonnen [vgl. Werth (94)]. In zahlreichen Arbeiten sind bereits die Beziehungen des Pflanzenlebens zur Witterung erörtert worden. So sucht Gösele (27) an Hand der Ernteziffern einer Reihe von Jahren die kritische Periode sowie die Witterungsfaktoren zu ermitteln, die von nachhaltigem Einfluß auf die Erträge gewesen sind. Gösele hat dabei den auf dem Versuchsfelde in Hohenheim im Verlauf vieler Jahre festgestellten Ertrag bei verschiedenen Getreidesorten und -arten mit den meteorologischen Daten der Station Hohenheim in Vergleich gesetzt. Er wendet dabei die von Holdefleiss zum ersten Male angewandte Korrelationsmethode an und findet z. B., daß die Dauer der Sonnenscheineinwirkung auf die jungen Saaten während der Herbstmonate innerhalb gewisser Grenzen von ausschlaggebender Bedeutung für den Ausfall der Ernten ist, daß mäßige Temperaturen und genügend Nieder-

schläge im April die Zahl der später ausgebildeten Ährchen beeinflussen, daß Winterweizen vom Mai bis zum August mehr oder weniger stark „regenschau“ sei, daß bei Sommerweizen die Witte- rung des Monats April von geringer Bedeutung sei; er fand weiter- hin, daß, ähnlich wie bereits der Winterweizen, auch der Sommer- weizen z. Zt. seines Ährenschiebens eine gewisse „Regenschau“ zeige. Ähnlich verhält sich nach seinen Untersuchungen auch die Gerste, während der Hafer unter den Getreidearten einen Typus für sich darstellt“, und, wie Seelhorst, v. Rümker und Brouwer (27) bereits betont hatten, in starker Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit beziehungsweise der Regenmenge zur Zeit des „Schossens“ (= Ährenschieben) ist. Besonders stark ist die Abhängigkeit nach Gösele im Monat April, und Brouwer (10) findet als „kritische Periode“ beim Hafer die Zeit etwa drei Wochen nach Aufgang, d. h. die Zeit der ersten Bestockung, wobei der Temperatur die ausschlaggebende Bedeutung zukommt. Auch bei Untersuchungen, die die charakteristischen Eigenschaften einzelner Sorten zum Gegenstand haben, werden, meist nebenher, Beobach- tungen über die Wirkung der Jahreswitterung auf die Pflanze ge- macht. Vor allen Dingen hat man den in den verschiedenen Jahren verschieden sich gestaltenden Wachstumsrhythmus, der sich im Eintritt der verschiedenen Entwicklungsphasen ausdrückt, dabei vielfach beobachtet. Bereits G. Schneider (81) hatte bei seinen vergleichenden Untersuchungen an 88 Hafersorten zeitliche Unter- schiede gefunden. Solche fanden dann auch E. Schneider, Heuser und Scheibe (80, 29, 30, 74). Man erkannte, daß zwei große Gruppen von Sorten sich gegenüberstehen, die in ihren physio- logischen Erscheinungen in verschiedener Weise auf die Außen- welt reagieren. Wie auch aus Arlands (2) umfassender Arbeit zu ersehen ist, besteht eine umfangreiche Literatur, die sich auf die Ergründung der Wasserhaushaltsfrage bezieht und die Tran- spiration der Pflanze in den Mittelpunkt dieses Problems stellt. Heuser (29) und Scheibe (74), die hier besonders die Gattung *Triticum* untersuchten, fanden eine Gruppierung der von ihnen untersuchten Weizensorten in maritime und kontinentale Typen, die, wie von Huber, Arland u. a. hervorgehoben, fälschlich als hygro- phil und xerophil bezeichnet wurden. Zu der ersten Gruppe zählt Strubes roter Schlanstedter, zur letzteren Janetzki's Sommerweizen.

Neuerdings ist auch die Saugkraft der Zelle vielfach, so von Eibl (18), Buchinger (11), Oppenheimer (69), Zederbauer

(100) und Merkenschlager (61) zur Beurteilung der Art- und Sortenunterschiede herangezogen worden. Meyer (64) sagt hierzu, daß „bei der Keimung ebenso wie beim Wachstum innere und äußere Faktoren zusammenwirken. Sie äußern sich in einem verschiedenen Reagieren der Arten und Rassen innerhalb einer Art auf die Einwirkung der äußeren Faktoren“. Die von ihm untersuchten Weizensorten teilt er nach ihrem osmotischen Druck ein. Ebenso verfährt Zederbauer (100) beim Hafer. Oppenheimer (69), wie auch Buchinger (11) und Eibl (18) kommen in ähnlichen Untersuchungen zu der Folgerung, daß eine „Sorte mit höherer Saugkraft (auch) früher keimt“ (vgl. 11) und es fast „als Gesetz gelten kann, daß die Saugkraft einer Art um so höher ist, je kürzer die Vegetationsdauer der Sorte, je schneller also ihr Vegetationsrhythmus abläuft“ (vgl. 18); eine Beobachtung, die auch Merkenschlager (61) gemacht hat. Den von diesen Autoren geschilderten Beobachtungen muß allerdings die Bemerkung von Meyer (64) entgegengestellt werden, die besagt, daß „eine direkte Beziehung zwischen der Schnelligkeit der Wasseraufnahme bzw. der Menge des aufgenommenen Wassers und dem Keimbeginn sowie der Keimgeschwindigkeit nicht“ festgestellt werden kann, und die es ratsam erscheinen läßt, die vielfach gezogenen Folgerungen nicht vorbehaltlos zu übernehmen.

B. Anlage des Versuches, Beobachtungsmaterial und Ausführung der Beobachtungen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen, die die Wasserhaushaltsfragen der Getreidepflanzen betreffen, sowie auch derjenigen, die sich auf die Abhängigkeit der Pflanze von der Witterung überhaupt beziehen, sind für die Phänologie, d. h. die Wissenschaft, die die gesamte Lebensäußerung des Organismus auf die Einflüsse der Klima- und Witterungsfaktoren betrachtet, sehr bedeutend, da sie auf die bereits von Werth (94) für sehr wichtig erachtete Frage nach dem Verhalten der Arten und Sorten zurückführen und hier wichtige Beiträge zur Kenntnis der einzelnen Sorten und Gruppen von solchen liefern. Es ist also Aufgabe einer solchen Untersuchung, an Hand eines möglichst umfangreichen Materials festzustellen, ob und inwiefern die Phänologie der Arten und Sorten Unterschiede ergibt und ob diese, falls solche sich ergeben, in Einklang stehen mit den bereits erwähnten Forschungsergebnissen.

Phänologische Beobachtungen ähnlicher Art sind bereits im Anschluß an andere Arbeiten gemacht worden. Z. T. beschränken sie sich auf die Beobachtung einer oder weniger Sorten unter dem Einfluß der verschiedenen Jahreswitterungen, z. T. bringen sie phänologische Beobachtungen in Verbindung mit anderen Feststellungen.

Schwierig ist bei allen diesen Arbeiten die Festlegung der Begriffe und die Wahl der Termine, die registriert werden sollen. Letztere werden meist so gewählt, daß ein bestimmter Prozentsatz, so bei Hess (28) 50%, bei Vogt, wenn die Mehrzahl der Pflanzen ein gewisses Stadium erreicht hat, für den Eintritt der Phasen zugrunde gelegt wird. Hierin ist in der vorliegenden Arbeit insofern ein anderer Weg eingeschlagen worden, als — wie dies in der Phänologie üblich ist — die erste ein bestimmtes Stadium erreichende Pflanze eines Bestandes für die Festlegung des Phaseneintritts gewählt worden ist. Auch diese Art der Festlegung hat ihre Fehlerquellen, vermeidet jedoch, daß durch Abschätzen Ungenauigkeiten in die Beobachtungen gelangen. Vor allem gilt das für das Stadium des Ährenschiebens, wo die Zahl der endgültig vorhandenen Halme sehr stark variiert und, wie bei gleichzeitiger Abschätzung und genauer Auszählung sich ergab, leicht Fehlschätzungen vorkommen. An Hand der täglichen Auszählungen, die solange bei einer Phase vorgenommen wurden, bis ein großer Teil des betreffenden Bestandes ein gewisses Stadium erreicht hatte, ist es im übrigen möglich, festzustellen, ob es sich in einem einzelnen Falle um eine aus dem Rahmen der ganzen Sorte fallende Pflanze handelt (vgl. auch S. 415).

Die Wahl der zu beobachtenden Stadien ist in ähnlicher Weise getroffen worden, wie das bereits bei Vogt (88), dessen Arbeit mir erst nach Abschluß der vorliegenden Arbeit bekannt wurde, gehandhabt worden ist. Unter Auflaufen wird das erste Sichtbarwerden der Coleoptile über der Erdoberfläche, unter Schossen die erste durch interkalares Wachstum im Frühjahr erfolgende Streckung der Halmglieder, unter Ährenschieben das Freiwerden der Ansatzstelle der Ährenspindel am Halme und unter Blüte die erste Entleerung von Pollen aus den Antheren verstanden. Die Reife konnte leider infolge starken Einfalls von Sperlingen hier nicht genügend beobachtet werden.

Hinsichtlich des Schossens muß noch bemerkt werden, daß es als eines der interessantesten Stadien bezeichnet zu werden verdient; dies zeigt schon das verschiedenartige Verhalten verschied-

dener Formen bei den Getreidearten, die auch Gassner (24) und Vogt (88) bei ihren Arbeiten über das verschiedenartige Verhalten winter- und sommerannueller Formen gefunden haben. Es wurde daher durch zahlreiche Beobachtungen versucht, den Zeitpunkt des Schossens zu erfassen. Rein äußerlich gibt sich dieses Stadium in einer Veränderung des Aussehens des Saatenstandes vielfach kund. Bei längerer, wachsamer Beobachtung zeigt sich ein Anschwellen, eine Zunahme der Dicke des jungen Halmes, mit dem

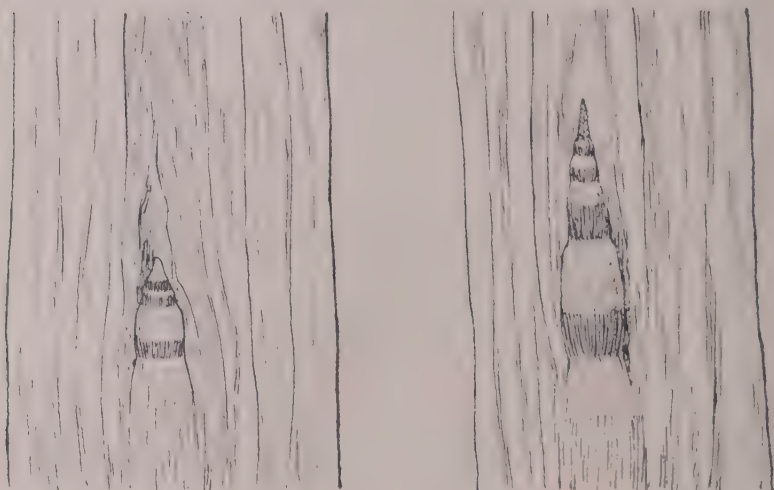


Abb. 1. Längsschnitt durch eine junge „schossende“ Getreidepflanze. Links: am Tage des Eintritts des Schossens, rechts: 4 Tage danach.

Hand in Hand oft ein „Sich-Stellen“ der Pflanze geht. Bei einem Längsschnitt durch die Pflanze zeigt sich ein Bild, wie es in Abb. 1 (S. 384) wiedergegeben ist. Die einzelnen Halmknoten, die vorher bei Betrachtung durch die Lupe dicht übereinander lagen, beginnen auseinanderzuweichen. Dieser Vorgang ist zeitlich nach einiger Übung zu fassen, da unmittelbar nach Eintritt des ersten Auseinanderweichens der Halmknoten das Längenwachstum mit großer Intensität vor sich geht. Abb. 1 (links) zeigt den Längsschnitt durch eine Pflanze am Ende des ersten Tages nach Schoßbeginn, Abb. 1 (rechts) eine solche etwa 4 Tage danach.

Als Ähren- bzw. Rispschieben ist hier nicht das erste Sichtbarwerden der Ähre bzw. der Rispe gewählt worden. Die Wahl des

zeitlich um einige Tage später erfolgenden Freiwerdens der Ansatzstelle der Ähren- bzw. Rispen- oder Rispen- am Halm von der obersten Blattscheide erwies sich als genauer, da hier nur das Längenwachstum des Halmes erfaßt wird, bei dem oft gebräuchlichen ersten Sichtbarwerden jedoch vielfach auch die Dicke der Ähre, als den Zeitpunkt des Ährenschiebens beeinflussend, hinzutritt.

Als Versuchsfläche wurde auf dem Versuchsfelde der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft eine Fläche gewählt, die sich auf Grund von Untersuchungen und langjährigen Beobachtungen hinsichtlich ihrer Bodenbeschaffenheit als einheitlich erwiesen hatte¹⁾. Auf Grund dieser Tatsache wurde es als ratsam und für die Exaktheit der Versuchsführung angängig erachtet, von Vergleichsbeobachtungen abzusehen, da hierdurch einmal die Zahl der täglich vorzunehmenden Beobachtungen zu groß geworden, dann aber auch durch die mit der Größe der Versuchsfläche zunehmenden Ungleichheiten in der Bodenbeschaffenheit und den Wasserverhältnissen des Bodens die Klarheit des sich ergebenden Bildes nachteilig beeinflußt worden wäre.

Die Versuche wurden auf Parzellen von 2,50 m Länge und 1,20 m Breite, mit einem Reihenabstand von 20 cm und einem Zwischenraum von Korn zu Korn von 5 cm angelegt. Die Körner wurden an einer Meßplatte ausgelegt, wobei auf gleiche Tiefenlage besonders geachtet wurde. Bei den Beobachtungen, die täglich in der gleichen zeitlichen Aufeinanderfolge ausgeführt wurden, sind die Randreihen nicht berücksichtigt worden, da diese sich in ihrem Stande meist von demjenigen der mittleren Reihen unterscheiden. In entsprechender Weise wurde bei Lücken im Bestande verfahren.

Die Zahl und Auswahl der Sorten war willkürlich erfolgt. Jedoch waren die in dankenswerter Weise von der Saatzuchtstelle der D. L. G. und dem Laboratorium für Sortenkunde an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zur Verfügung gestellten Sorten Originalsaaten.

Die zahlreichen Beobachtungen sind in Tabellenform in der Bücherei der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem niedergelegt und können dort entliehen werden.

¹⁾ Nach Angaben des Laboratoriums für Bodenbakteriologie an der Biologischen Reichsanstalt handelt es sich um einen Sandboden mit einem Feinerdegehalt (< 0,01 mm) von 45%, einem Humusgehalt von 2—2,5%, 28% Wasserkapazität, 15% Porenvolumen und einem spezifischen Gewicht von 2,5.

A. Phänologische Beobachtung verschiedener Getreidearten in verschiedenen Wachstumsstadien.

1. Erstes Auflaufen.

I. Weizen.

Die am 18. 3. und 28. 3. 27 zur Aussaat gebrachten Sommerweizensorten liefen in etwa dem gleichen Zeitraume, nämlich nach 11—14 Tagen, auf. Die am 7. 4. 28 ausgesäte Saat brauchte etwas länger, nämlich 16 Tage, bis zum ersten Auflaufen. Auffällig unterscheidet sich von diesen drei Saaten die Saat vom 8. 4. 27. Hier wurde das erste Auflaufen bei sämtlichen Sorten bereits 6 Tage nach der Aussaat festgestellt.

Der Grund hierfür muß in erster Linie in der Eigenart der Witterung gesucht werden, da ja die übrigen Versuchsbedingungen innerhalb der Grenzen des Möglichen die gleichen geblieben waren. Aus Abb. 2 (S. 387) sind diese Unterschiede zu ersehen. Sie beruhen, mit Ausnahme der Saat vom 7. 4. 28, weniger auf den Unterschieden in den Temperaturverhältnissen als in erster Linie in den Niederschlagshöhen, sowohl während der Zeitspanne zwischen Aussaat und erstem Auflaufen der Saaten, als auch vor der Aussaat.

Der Hauptunterschied zwischen den Witterungsverhältnissen vor und nach dem 28. 3. 27 und 8. 4. 27, d. h. den Aussaatterminen der beiden Saaten B und C, beruht in den Feuchtigkeitsverhältnissen zur Zeit der Aussaat. Sowohl in bezug auf die Häufigkeit als auch in bezug auf ihre Gesamthöhe waren die Niederschläge vor der Aussaat der Saat B geringer als bei der Saat C. Sie betrugen im ersten Falle in den 14 der Aussaat vorausgehenden Tagen 14,3 mm, die sich auf die letzten 3 Tage vor der Aussaat von Saat B verteilten, bei der Saat C dagegen 46,7 mm (vgl. Monatstabellen der meteorologischen Station Berlin-Dahlem). Die Feuchtigkeitsmenge, die dieser Saat gleich von Anfang an zur Verfügung gestanden hat, war demnach bedeutend größer als im ersten Falle.

Im weiteren Verlaufe, d. h. nach erfolgter Aussaat der beiden Saaten, liegt der wesentliche Unterschied vornehmlich in der Verteilung der Niederschläge: während dieser in der Gesamthöhe der erfolgten Niederschläge nur gering war. Vom Zeitpunkt der Aussaat bis zum ersten Auflaufen der Saat B fielen 26,4 mm, bei der Saat C 29,9 mm. Der Hauptunterschied beruht darin, daß dieser

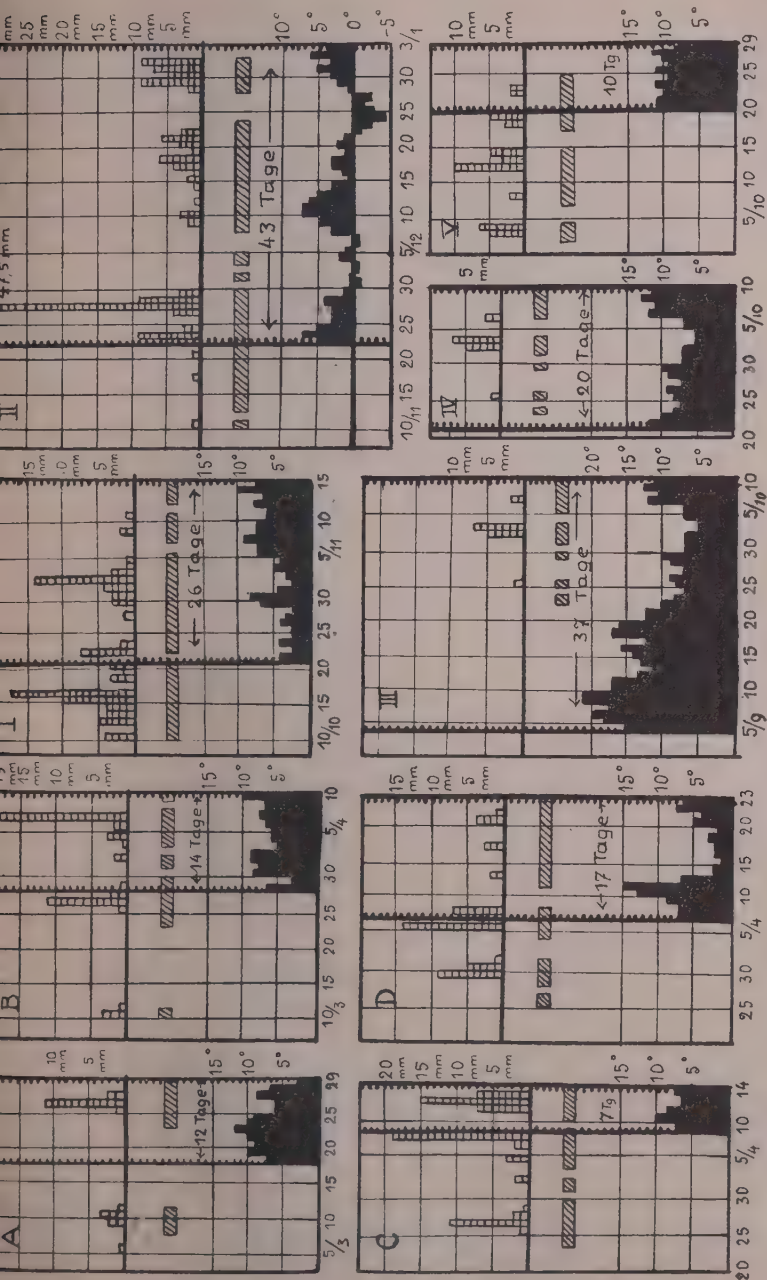


Abb. 2. Niederschläge und Mitteltemperaturen an der Erdoberfläche während der Zeit von der Aussaat bis zum ersten Auflaufen von Weizen bei verschiedenen Aussaatterminen. Die schräge Schraffur deutet die Bewölkung an.

Zeitpunkt der Aussaat und des Auflaufens:

- | | | | |
|---|-----------------|-----|-------------------|
| A | 18.3.27-29.3.27 | III | 4.9.28-10.10.28 |
| B | 28.3.27-10.4.27 | IV | 21.9.28-10.10.28 |
| C | 8.4.27-14.4.27 | V | 20.10.28-29.10.28 |

Saat von Anfang an, wo sie in das Erdreich gebracht worden war, und im weiteren Verlauf im Vergleich zur Saat B sehr hohe Niederschlagsmengen zur Verfügung standen. Dieser Unterschied besteht in noch stärkerem Maße gegenüber den betreffenden Verhältnissen bei der Saat A. Bei A waren vor der Aussaat 11,5 mm Regen gefallen, wobei bemerkt werden muß, daß in den letzten 6 Tagen vor der Aussaat keinerlei Niederschlag erfolgt war und zwar bei geringen Bewölkungsgraden und Bewölkungsdichten sowie leichten, aus nördlicher bis östlicher Richtung kommenden Winden. Im Verlauf der ersten 6 Tage nach erfolgter Aussaat fiel ebenfalls kein Regen, so daß sich die Gesamt-Niederschlagshöhe vor dem ersten Auflaufen mit 14,4 mm auf die letzten 6—9 Tage verteilt (vgl. auch Abb. 3, S. 389).

Sehr interessant ist das Beobachtungsergebnis über das Auflaufen der beiden Weizensaaten III und IV im Herbst 1928 zu den beiden Aussaatterminen 4. 9. und 21. 9. 28 (vgl. Abb. 2, S. 387). In den 14 der Aussaat vorausgehenden Tagen waren im ersten Falle (Saat III) 16,9 mm, wobei die drei letzten Tage regenfrei waren, im zweiten Falle keinerlei Niederschläge verzeichnet worden. Nach dem 4. 9. 28 wurden bis zum 25. 9. keine Niederschläge beobachtet. Am 25. 9. fielen 0,5 mm Regen. Die darauf folgenden Tage waren bis zum 2. 10. wiederum fast regenfrei, mit zwei leichten, unbedeutenden Ausnahmen, dem 29. 9. und 1. 10. Die Gesamtniederschlagshöhe bis zum ersten Auflaufen der Saat III betrug 14,7 mm und hatte die gleiche Höhe wie bei der folgenden Saat IV, die auffallenderweise am gleichen Tage, nämlich am 10. 10. 28, aufzief. Diese Tatsache zeigt, daß hier von ausschlaggebender Bedeutung für den zeitlichen Eintritt des Auflaufens der Saaten die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden waren, und daß die Witterungsverhältnisse vor dem 25. 9. 28, dem Tage, an dem nach der vorausgegangenen Trockenheitsperiode 0,5 mm Regen gefallen waren, für das Auflaufen der Saaten nicht zur Geltung gekommen sind.

Die Blockschemata, die die Witterungsverhältnisse während der Zeit von der Aussaat bis zum ersten Auflaufen (vgl. Abb. 2, S. 387) veranschaulichen, zeigen weiterhin Unterschiede in den Temperaturen an der Erdoberfläche während des genannten Zeitraumes. In Summen ausgedrückt, schwankten an der Erdoberfläche bei der Saat A die Temperaturen je nach dem Termin für das erste Auflaufen zwischen 95,1 und 115,4 Wärmeeinheiten, bei

Saat B zwischen 84,4 und 102,2 Wärmeeinheiten, bei Saat C zwischen 43,6 und 57,0 und beliefen sich bei der Saat D auf 84,2 Wärmeeinheiten. Die entsprechenden Zahlenwerte für die Lufttemperaturen und die Temperaturen in 0,1 m Bodentiefe unterscheiden sich nicht wesentlich von diesen Werten.

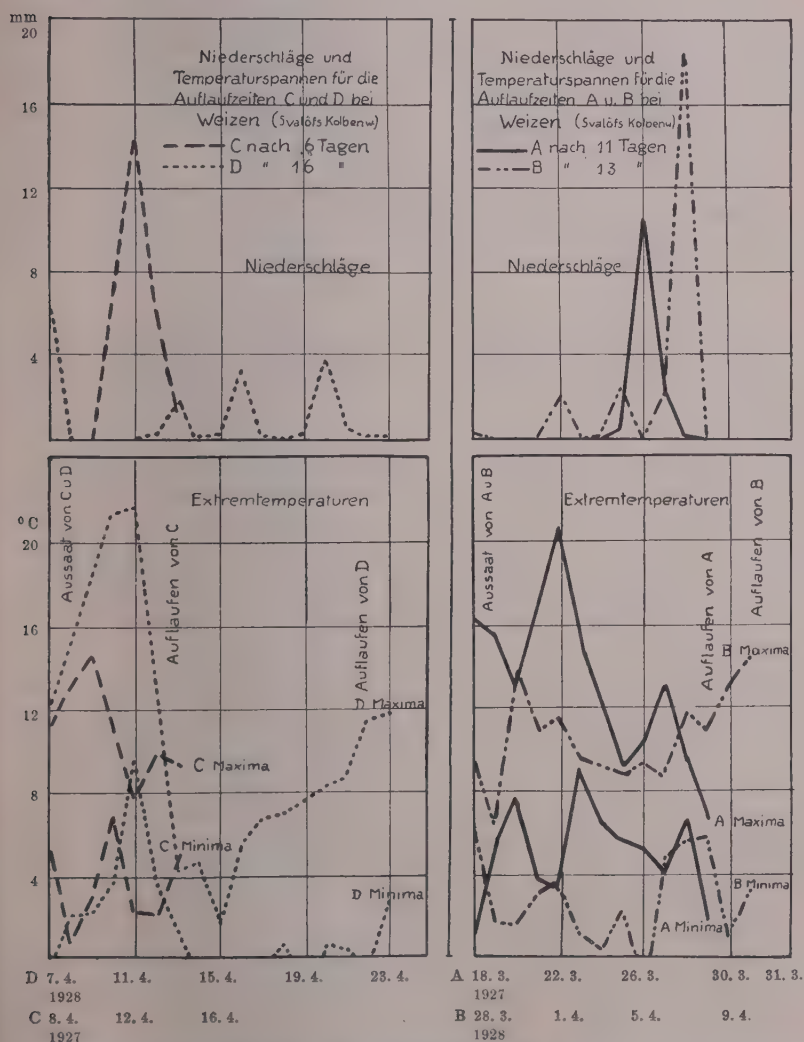


Abb. 3. Niederschlagshöhen und Extremtemperaturen für die Periode zwischen Aussaat und erstem Auflaufen von Weizensaaten mit verschiedenen Aussaatterminen.

Während diese Werte auf der einen Seite zeigen, wie stark verschieden die Wärmesummen für das Auflaufen der Saaten waren, geben sie auf der anderen Seite wenig Einblick in den Charakter der Witterung. Deutlicher wird dies bei Betrachtung der täglich gemachten Witterungsbeobachtungen. In Abb. 3 (S. 389) sind nur die extremen Lufttemperaturen wiedergegeben. Jedoch zeigen auch die täglichen Durchschnittstemperaturen für Luft, Erdbodenoberfläche und Erdbodentiefe von 0,1 m (die hier wiedergegebenen Erdbodentemperaturen entstammen in unmittelbarer Umgebung des Versuchsstreifens gemachten Beobachtungen) ähnliche Verhältnisse.

Danach sind, wenn wir die beiden Saaten A und B zunächst miteinander vergleichen, sämtliche Temperaturwerte bei A höher als bei B gewesen. Sie lagen ebenfalls höher als bei der Saat C, derjenigen Saat, die von den hier angeführten Saaten in der kürzesten Zeit aufgelaufen war.

Besonders lehrreich ist die Betrachtung der Saat D. Vor der Aussaat waren hier 32,7 mm Regen gefallen, wovon, nach 4 regenfreien Tagen, auf die 3 letzten der Aussaat vorausgehenden Tage allein 23,0 mm entfielen, so daß hier, ähnlich wie bereits bei der Saat C gezeigt wurde, der Saat von Anfang an reichliche Feuchtigkeit zur Verfügung stand. Die Durchschnittstemperaturen waren für diese Saat innerhalb der ersten 6 Tage nach der Aussaat im Vergleich zu den übrigen Sommersaaten außerordentlich hoch. Wie die Kurven (vgl. Abb. 3, S. 389) für die Extremtemperaturen zeigen, gilt das teilweise auch für die Minimumtemperaturen, die sich ähnlich wie diejenigen der Saat A verhielten. Es ist bemerkenswert, daß diese Saat nicht bereits nach Ablauf von 6 Tagen, entsprechend der Saat C, aufgelaufen ist, sondern noch der Wirkung der danach eingetretenen kühlen und nassen Witterung ausgesetzt war und dadurch offenbar eine Verzögerung erlitten hat. Die übereinander gezeichneten Kurven, Extremtemperatur- wie Niederschlagskurven, lassen erkennen, daß der Grund für dieses Verhalten der Saat D in erster Linie in dem Mangel an Niederschlägen in der ersten 6tägigen Periode nach der Aussaat gesucht werden muß.

Die übrigen, in Abb. 2 (S. 387) über das Auflaufen der Weizensaaten in Form von Blockschemen wiedergegebenen Daten sollen hier nur vergleichsweise herangezogen werden. Abb. 2, III und IV wurden bereits besprochen und zeigten den maßgeblichen Einfluß, den die Niederschläge, bzw. der Mangel an solchen, auf das Auf-

laufen dieser Saaten hatte. Abb. 2, V veranschaulicht ferner das Auflaufen von Weizen innerhalb einer Zeitspanne von 10 Tagen, d. h. 2 Tage weniger als der Saat A und 3 Tage länger als der Saat C. Gegenüber A zeigt sich hier, daß der Saat, nachdem sie in den Boden gebracht worden war, weit mehr Feuchtigkeit zur Verfügung gestanden hat, daß danach jedoch nur geringfügige Regenfälle zu verzeichnen waren. Im Vergleich zur Saat C waren Niederschläge, die in den 14 der Aussaat vorausgegangenen Tagen gefallen waren, bedeutend geringer. Was die Temperaturverhältnisse betrifft, so lagen die Temperaturen über denen von A und B. Von ausschlaggebendem Einfluß sind hier offenbar die geringen Niederschläge zwischen Aussaat und Auflaufen.

Bei den Saaten I und II dagegen fällt die ausschlaggebende Bedeutung beim Auflaufen den tieferen Temperaturen zu.

II. Gerste.

Die Daten für das erste Auflaufen der Gerste zeigen keine nennenswerten Unterschiede von den eben besprochenen Auflaufdaten des Weizens. Nur bei der Saat vom 8. 4. 27 und, unter den vergleichsweise herangezogenen Wintersaaten, der Saat vom 4. 9. 27 zeigen sich einige Abweichungen. Im ersten Falle handelt es sich um einen, im Vergleich zum Weizen, um 4 Tage verspäteten Auflauftermin, im zweiten Falle um eine Verfrühung dieses Termines.

Wie bereits oben ausgeführt wurde, war die Weizensaat C unter den hier beschriebenen Saaten in der kürzesten Zeit, nämlich nach 6 Tagen, aufgelaufen. Das war in erster Linie dem Umstand zugeschrieben worden, daß dieser von allen hier angeführten Saaten vom Tage der Aussaat an die größten Feuchtigkeitsmengen zur Verfügung gestanden hatten. Die Temperaturen bewegten sich bis zum ersten Auflaufen um 7,2—6,1° bzw. 6,7° C, d. h. zwischen den Temperaturen für die Saaten A und B. Die Maximumtemperaturen lagen anfangs höher (vgl. Abb. 3 S. 389) dann tiefer als bei B, die Minimumtemperaturen dagegen höher als bei B.

Bei der Saat III handelt es sich um das Gegenteil. Die entsprechende Weizensaat kam erst nach 37 Tagen zum Auflaufen, da nach der Aussaat 21 Tage lang keine Niederschläge erfolgten, und die im Boden befindliche Feuchtigkeit, wie aus dem gleichzeitigen Auflaufen der Saat III mit der 17 Tage später gelegten Saat IV (vgl. Abb. 2, S. 387) geschlossen werden muß, für den Be-

ginn des Auflaufprozesses nicht ausgereicht hatte. Wenn unter diesen Verhältnissen einzelne Gerstenpflanzen bereits nach 7—9 Tagen, die Mehrzahl nach 30—33 Tagen, d. h. 3—6 Tage früher als die betreffende Weizensaat aufgelaufen sind, so besagt das einmal, daß die zur Zeit der Aussaat vorhandene Feuchtigkeit, die von den vor der Aussaat gefallenen Regenmengen herrührte, hier bei einzelnen Pflanzen zur Einleitung des Keimprozesses genügt hat, daß aber weiterhin die durch Taufall in den Boden gelangten und vom Korn aufgenommenen geringen Feuchtigkeitsmengen zu der gegenüber dem Weizen zu verzeichnenden Verfrühung beigetragen haben. Es folgt demnach daraus, daß die Gerste unter den genannten Wärmeverhältnissen imstande war, mit wesentlich geringeren Feuchtigkeitsmengen als der Weizen auszukommen, der während der zwischen den beiden Aussaatterminen III und IV liegenden Zeitspanne offenbar untätig im Boden geruht hatte. Eine andere Annahme ist schwer zu ersehen, da ja, wie in der Einleitung bereits hervorgehoben wurde, die einzelnen Parzellen absichtlich wahllos nebeneinander angeordnet worden waren, besondere örtliche Bodenverhältnisse daher kaum zur Erklärung herangezogen werden können. Ob dagegen die Verhältnisse bei der Saat C besagen, daß das vom Weizen abweichende Verhalten der Gerste darauf beruht, daß sie solche hohen Feuchtigkeitsmengen, wie sie dieser Saat zur Verfügung gestanden hatten, weniger dankbar aufnimmt, müßte durch weitere dahingehende vergleichende Beobachtungen näher festgestellt werden.

III. Hafer.

Allgemein gilt für den Hafer, daß „sämtliche Lebensvorgänge bedeutend langsamer als (z. B.) bei Gerste“ vor sich gehen, daß demnach auch das Auflaufen nach einer längeren Zeitdauer als beim Weizen und der Gerste vor sich ginge. Zur Begründung hierfür wird der hohe Spelzengehalt des Hafers herangezogen [vgl. Zade (99)], der nach neueren Feststellungen [vgl. Heß (28)] zwischen 19 und 29% schwankt, wogegen er bei Gerste nur 12,1—16,1% (23) beträgt. Diese Tendenz war aber in meinen Befunden nur in geringem Maße festzustellen. Die Termine für das erste Auflaufen lagen bei Saat A 1—2 Tage später als bei der Gerste und 2—3 Tage später als beim Weizen, bei Saat B beträgt dieser Unterschied zwischen dem Hafer und den beiden anderen Getreidearten nur 1 Tag, bei Saat D 1—3 Tage. Nur bei Saat C ist der

Unterschied größer. Weizen lief hier durchweg nach 6 Tagen, Gerste nach 8—10 Tagen auf; der Hafer dagegen brauchte am längsten, nämlich 12—14 Tage.

Mit Ausnahme der Saat C ergibt sich daraus, daß der Hafer auf die Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Wetters in der gleichen Weise wie Weizen und Gerste reagierte. Bei Saat A mangelte es ihm an Feuchtigkeit, bei Saat B waren es tiefere Temperaturen; letztere waren vor allem aber bei der Saat D von nennenswertem Einfluß auf den Eintritt des ersten Auflaufens. Auf der anderen Seite ergibt sich aber, wenn man die Zeitdauer zwischen Aussaat und erstem Auflaufen der Saaten miteinander vergleicht, daß, trotzdem die Witterungsverhältnisse in den geschilderten Fällen voneinander sehr verschieden waren, der Hafer sich unter den verschiedenartigen Witterungsbedingungen fast gleich verhielt. Selbst die Saat C zeigt kaum ein beschleunigtes Aufgehen gegenüber den anderen Saaten. Hier tritt offenbar der deutlich hygrophile Charakter des Hafers in Erscheinung, der auf Außeneinflüsse nur langsam reagiert.

Sein hohes Bedürfnis nach Feuchtigkeit zeigt sich weiterhin bei einem Vergleich der Daten für die beiden Saaten A und B. Beim Weizen war die Tendenz zu früherem Keimen und Aufgehen der Saat A bemerkt worden; beim Hafer ist dies umgekehrt, indem sich aus den Daten herauslesen läßt, daß der Hafer hier unter den für die Saat B geltenden Witterungsbedingungen eher mit dem Auflaufen begann als bei Saat A. Den Ausschlag mögen dabei die höheren Niederschläge gegeben haben.

2. Eintritt des Schossens.

I. Weizen.

Die Beziehungen zwischen Pflanze und Witterung beginnen sich mit der Betrachtung dieses Stadiums insofern verwickelter zu gestalten, als nun die Verhältnisse in der die Pflanze umgebenden Luftschicht beeinflussend zu den bisher der Betrachtung zugrunde gelegten Faktoren treten. Neben den Temperaturen und der Feuchtigkeit ist hier in erster Linie auch des Sonnenlichtes¹⁾ zu gedenken, seiner Wirkungsweise und vor allem Wirkungsdauer auf

¹⁾ Hier muß darauf hingewiesen werden, daß die in den meteorologischen Tabellen angegebenen Daten sich nicht nur auf die Dauer, sondern auch gleichzeitig auf die Stärke der Sonnenstrahlung beziehen.

die Tätigkeit des Chlorophylls und der damit in engster Beziehung stehenden Bildung organischer Substanz. Mit der Betrachtung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse allein ließ sich bis heute das Problem der „Neubelebung der Natur“ im Frühjahr, worauf u. a. Ihne (42) hinweist, nicht befriedigend lösen.

Auffallend ist für die ersten drei Saaten A, B und C das nahe Zusammenliegen des Termins für das erste Schossen. Die Saaten A begannen am 19.—20. 5., die Saaten B am 20.—23. 5. und die Saaten C am 21.—24. 5. zu schossen. Diese Beobachtung darf nicht ohne weiteres für das Vorhandensein eines „Schwellenwertes“ gewertet werden. Sie besagt aber, daß, wenn wir die Witterungsverhältnisse — vom Schoßtermin gegen den Tag des ersten Auflaufens rückwärtsschauend — betrachten, die zuerst aufgelaufenen Saaten in ihrer Entwicklung nur wenig den beiden anderen Saaten vorausgewesen sein müssen. Das Gleiche gilt auch für die Saat B im Vergleich zur Saat C. Daraus folgt, daß die Witterungsverhältnisse, die vor dem Auflauftermin der Saat B und ebenso die Witterungsverhältnisse, die vor dem Auflauftermin der Saat C geherrscht haben — d. h. also vor dem 10. 4. und 14. 4. 27 — nur in geringem Maße die für das „Schossen“ notwendige Entwicklung der Pflanzen bewirkt haben.

Es bleibt demnach hier nur die Gegenüberstellung der Witterungsverhältnisse zwischen dem 14. 4. 27 und dem 24. 5. 27 und zwischen dem 23. 4. 28 und dem 31. 5. 28 übrig. In Abb. 4, S. 395 sind die Witterungsverhältnisse für D und A einander gegenübergestellt worden, um gleichzeitig die Verhältnisse für die Saaten A und B zu veranschaulichen. Berechnen wir für diese Zeitspanne die „Temperatursummen“, ebenso die Summen für die gemessenen Niederschläge und Sonnenscheinwerte, so erhalten wir Werte, die sich allerdings nahekomen. So waren die Temperatursummen für die Saat C 429,6, für die Saat D 475,1, die Sonnenscheinwerte 1309,6 und 1532,4, die Summe der Niederschläge 67,9 und 62,4 mm. Dieser Umstand braucht nicht für die Gültigkeit von Summenwerten zu sprechen — und Bos (8) zeigt in der Tat, daß in vielen Fällen sich mit diesen Übereinstimmungen erzielen lassen, während andererseits sehr häufig sich auch keine Übereinstimmungen ergeben. Letzten Endes wird hier der zeitliche Eintritt bestimmter Witterungsbedingungen eine größere Rolle spielen, als ihre summarische Beschaffenheit [vgl. auch Molozew (66) und Bos (9)].

Im einzelnen betrachtet, beruht ein Hauptunterschied zwischen den Witterungsverhältnissen der beiden zu betrachtenden Perioden in der zeitlichen Aufeinanderfolge von warmen, heiteren Tagen mit kühlen und regnerischen (vgl. Abb. 4, S. 395). Im Gegensatz zu den Witterungsverhältnissen für die Saat C waren die Tage, die auf das erste Auflaufen der Saat D folgten, sehr warm und

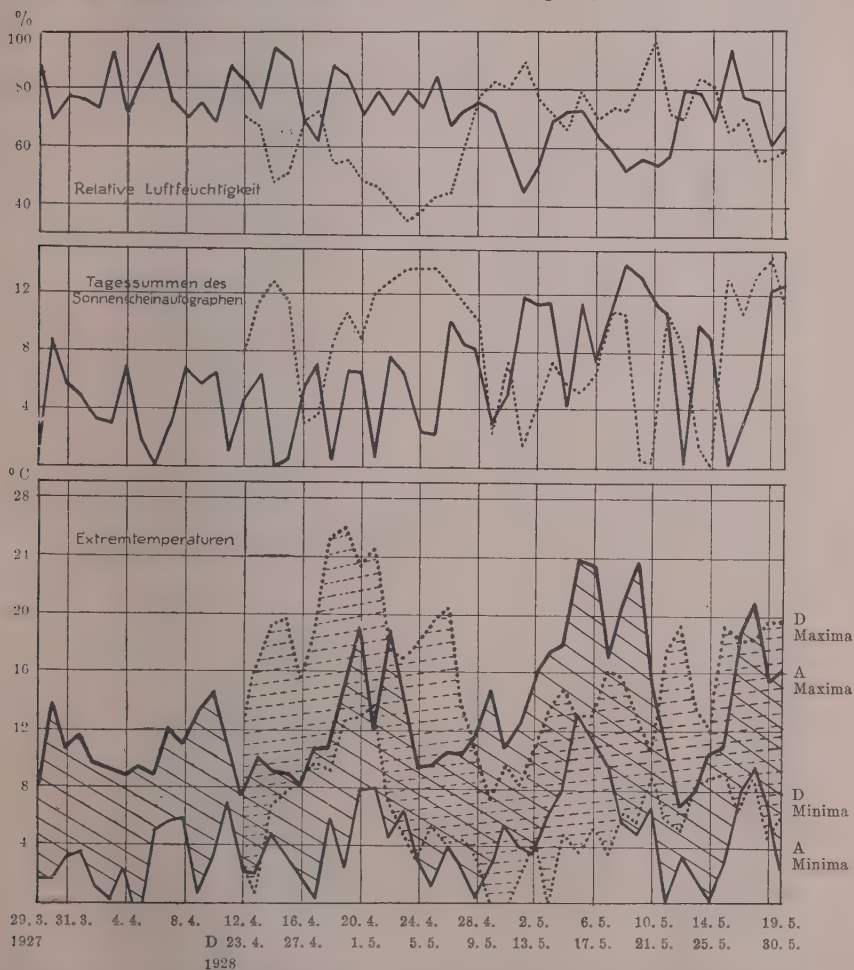


Abb. 4. Relative Sonnenscheinwerte, Extremtemperaturen und Luftfeuchtigkeit in der Zeit vom ersten Auflaufen bis zum ersten Schossen von Weizen, dargestellt für die Saaten vom 18. 3. 27 und 7. 4. 28.

Saat A vom 18. 3. 27: ——— Saat D vom 7. 4. 28:

sonnig. Wie die Kurve für die mittlere relative Luftfeuchtigkeit ergibt, war sie während dieser Zeitdauer sehr gering. Die Temperaturmittel bewegten sich etwa in einer Höhe von 13 bis 15° C. Auch die Sonnenscheinwerte besaßen während der Periode der ersten 15 Tage eine nicht unbeträchtliche Höhe und bewegten sich zwischen den Werten 37 und 61. Die Niederschläge während dieser Zeitspanne waren unbedeutend. Sie nahmen erst zu mit der danach eintretenden Abkühlung, wo die Temperaturen zunächst auf 7° C sanken und bis zum Tag des ersten Schossens langsam anstiegen. Vorübergehend sanken dementsprechend die Sonnenscheinwerte, um in den letzten 6 Tagen vor Eintritt des Schossens wiederum beträchtliche Werte zu erreichen.

Fast umgekehrt waren die Witterungsverhältnisse bei der Saat C beschaffen. Hier folgte gleich nach dem ersten Auflaufen eine etwa 20 Tage lange Periode mit Regenfällen, demzufolge auch die Temperaturen (vgl. Abb. 4, S. 395) sich auf mäßiger Höhe bewegten (zwischen 6 und 9° C). Die 5tägigen Summen der Sonnenscheinwerte überschritten während dieser Zeitspanne nicht die Höhe von 36. Danach nahmen letztere Werte zu und bewegten sich bis zum Schossen mit kurzer Unterbrechung zwischen 44 und 50. Dementsprechend waren die Temperaturen höher, die 5tägigen Mittel bewegten sich bis zum Schossen zwischen 14,6 und 16,8° C, und die gemessenen Niederschlagshöhen waren, mit Ausnahme der zweitletzten Pentade, gering.

Der zeitlichen Dauer dieser Periode zwischen Auflaufen und Schossen ist folglich geringere Bedeutung zuzumessen als dem Witterungsverlauf vor dem Schossen. Damit zeigt sich auch, daß Summenwerte, wenn sie einmal nach Erfassung sämtlicher wirksamen Witterungsfaktoren Bedeutung gewinnen sollten, doch nur bedingte Gültigkeit haben werden. Nicht die Gesamtsumme, sondern die Summe eines besonderen, eng begrenzten Zeitabschnittes dürfte dabei in Frage kommen.

Wie sich aus dem Verlauf der Kurven (vgl. Abb. 4, S. 395) ersehen läßt, war demnach die Witterung vor dem ersten Auflaufen der Saat C für die Entwicklung der Saat scheinbar wenig wirksam. Das muß nach den Daten wenigstens gelten, soweit dies auf den Zeitpunkt des ersten Schossens wirksam wurde. Sie war ausgezeichnet durch mäßige um 6° C schwankende Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit und geringe Sonnenscheineinwirkung. Die Sonnenscheinwerte begannen erst am 24. 4. 27 zuzunehmen.

Es muß also gefolgert werden, daß mäßig warme, niederschlagsreiche und trübe Tage den für das Schossen notwendigen inneren Entwicklungsprozeß nur wenig fördern, daß dazu, wie sich aus dem weiteren Verlauf der Kurve folgern läßt, höhere Wärme- und Sonnenscheinwerte notwendig sind.

II. Gerste.

Bei dem Vergleich der Daten für das erste Schossen im Frühjahr 1927 ist ein wesentlicher Unterschied zwischen Weizen und Gerste nicht festzustellen. Auch hier liegen die ersten Schoßdaten zeitlich sehr nahe beieinander und die früher gesäten Saaten A und B sind zeitlich nur um ein Weniges der späteren Saat voraus. Ein wenn auch geringer Unterschied tritt gegenüber den Daten für den Weizen hier nur insofern zutage, als die Gerste etwas früher als der Weizen zu schossen beginnt. Bei diesem wurde das erste Schossen bei der Saat A am 19. und 20. (in einem Falle am 18. 5.) beobachtet, bei Saat B am 20., 21., 22. und 23. 5., bei Saat C am 21., 22., 23. und 24. 5. (auch in einem Falle am 20. 5.). Bei der Gerste trat dieses Stadium dagegen durchschnittlich um einen Tag früher ein, nämlich bei Saat A am 18., 19. und 20. 5., bei Saat B am 18., 19., 20. und 21. 5., bei Saat C am 19., 20. und 21. und 22. 5. Diese Tatsache beweist, da im übrigen das beim Weizen bereits Gesagte hier ebenfalls gilt, daß sich die Gerste unter der betreffenden obwaltenden Witterung schneller als der Weizen entwickelt hat.

Ein deutlicher Unterschied tritt gegenüber dem Weizen in den Daten für das erste Schossen der Saat D zutage. Hier schoßte die Gerste 5, 6, ja 8 Tage früher als die meisten Weizensorten. Unter diesen befand sich nur eine Ausnahme, die in einem späteren Abschnitt noch behandelt werden soll. Die Tatsache muß jedoch hier schon kurz hervorgehoben werden, da diese aus dem Rahmen der übrigen Weizendaten herausfallende Weizensorte sich ähnlich wie die Gerstensorten verhalten hat. Das Hauptanbaugebiet dieser Sorten ist, worauf Merckenschlager (61) hinweist. Böhmen, ein Gebiet mit vorwiegend kontinentalem Klima. Von solchen Pflanzen gilt aber [vgl. Scheibe (74)], daß sie auf Einflüsse der Außenwelt stärker reagieren als Pflanzen maritimen Klimas.

Die maximalen Lufttemperaturen bewegten sich (vgl. Abb. 4 S. 395) zwischen 7,2 und 26,8° C. Auch die Minima lagen sehr hoch, so daß die täglichen Schwankungen nicht sehr groß waren.

Hinzu kam eine ausgiebige und langwährende Einwirkung der Sonnenstrahlen, was aus dem Verlaufe der Sonnenscheinkurve zu ersehen ist; und gleichzeitig sank vom Tage des Auflaufens an der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft (vgl. Abb. 4, S. 395). Die Gerste hat hier allem Anscheine nach diese Witterungsbedingungen stärker als der Weizen erwidert. Dieser gebrauchte bis zum ersten Schossen 37—38 Tage, die Gerste dagegen nur 29—33 bzw. 35 Tage.

Auf das erste Auflaufen der Saat C folgten ebenfalls einige warme Tage. Die Temperaturen stiegen hier jedoch im Maximum nur auf $19,3^{\circ}\text{C}$, und zwar nur an zwei Tagen. Die Sonnenscheindauer und -einwirkung überstieg aber nicht die vorher schon verzeichnete Höhe (vgl. Abb. 4, S. 395). Erst in der zweiten Hälfte der Periode zwischen Auflaufen und Schossen stiegen diese und nahmen ähnliche Werte an wie nach dem Auflaufen der Saat D. Gleichzeitig waren dementsprechend auch die verzeichneten Sonnenscheinwerte hoch. Diese Gegensätzlichkeit der Witterungsverhältnisse muß hier besonders hervorgehoben werden, da man auf Grund eines umfangreicheren Materials als des hier vorliegenden erwarten darf, Beiträge zur Kenntnis der Ursachen, die das Schossen hervorrufen, und des verschiedenen Verhaltens physiologisch verschiedener Pflanzentypen zu erhalten. Die Zeitspanne zwischen Auflaufen und Schossen¹⁾ ist bei den hier vorliegenden Gerstensorten gleich; der Zeitpunkt der Einwirkung warmer Witterung im Verhältnis zum Auflaufdatum jedoch verschieden. Nimmt man hier die Geltung von Summenwerten an, so muß man weiter folgern, daß die Pflanze vom Erscheinen der Koleoptile über der Erdoberfläche an bis zum Eintritt des Längenwachstums des Halmes gleichmäßig auf die Außeneinflüsse reagiert. Nimmt man dagegen eine mit der Entwicklung der Pflanze sich ändernde „Empfindlichkeit“ für die Außeneinflüsse an, so muß man aus der Tatsache, daß die drei zu verschiedenen Zeiten im Jahre 1927 ausgesäten und aufgelaufenen Saaten an zeitlich nahe beieinander liegenden Terminen mit dem Schossen begannen, folgern, daß bis zu dem Eintritt der Erhöhung der Temperatur- und Sonnenscheinwerte (wie sie soeben für die Saat C geschildert wurde) die Pflanzen sich wenig entwickelt haben, dann aber stärker, und zwar stärker

¹⁾ Aufzeichnungen über die Stärke der Bestockung wurden nicht gemacht, da dadurch eine größere Pflanzweite innerhalb der Reihen notwendig gewesen wäre.

auch als die Weizenpflanzen, auf die Witterung reagiert und sich dementsprechend entwickelt haben. Denn wir müssen annehmen, daß eine bestimmte Entwicklungsstufe erreicht sein muß, wenn die Pflanze schossen soll. Entgegen den Saaten von 1927 würden die Saaten von 1928 im Anfang eine starke Entwicklungsförderung erfahren haben, sie dürfte aber weniger intensiv als bei den eben erwähnten Saaten gewesen sein, so daß die Pflanzen noch der Wirkung der kühlen, regnerischen Witterung ausgesetzt waren und ihr Wachstum verzögerten. Hier war im Vergleich zum Weizen entweder die Förderung der Entwicklung im Anfang bei der Gerste stärker oder die Hemmung geringer. Da die „schnellwüchsigen“ Gerstensorten und der sehr schnellwüchsige „Bensings allerfrüheste Sommerweizen“ jedoch dabei die früheren Termine und kürzeren Zeitspannen aufweisen, dürfte das Ausschlaggebende in der ersten Erklärung liegen. Das würde auch mit der Erfahrung übereinstimmen, daß die Gersten sich schneller als die Weizensaaten entwickeln, ja eine Verspätung ihres Aussaattermines und eine Abkürzung ihrer Vegetationsperiode besser vertragen und sich daher weiter nach Norden auszubreiten vermögen [vgl. auch Werth (98)].

III. Hafer.

Was für Weizen und Gerste bereits gesagt wurde, gilt auch für den Hafer. Auch hier liegen die Schoßtermine für die Saaten A, B und C nahe beieinander. Verglichen mit Weizen und Gerste schoßte jedoch der Hafer 1—3 Tage später. Besonders bemerkenswert aber sind die Schoßdaten der Saat D, die ergeben, daß der Hafer hier gleichzeitig mit der Gerste 7—8 Tage vor dem Weizen mit dem Schossen begonnen hatte. Das ist um so bedeutsamer, als Hafer und Gerste nach ihrem physiologischen Verhalten einander entgegengesetzt geartete Pflanzen sind. Während Gerste eine Pflanze ist, deren Hauptkulturgebiet im kontinentalen Klima gelegen ist, ist der Hafer eine Pflanze, die am besten im Insular-klima gedeiht [vgl. Zade (99)], „eine Pflanze feuchten Substrats, ein Hygrophyt“ [vgl. Merckenschlager (61)]. Da aber beide Typen sich hier gleichmäßig verhalten, bleiben zwei Erklärungen übrig: nämlich, daß sich in diesem Stadium der Hafer ähnlich wie die Gerste verhält, d. h. eine sehr starke Entwicklungsbeschleunigung in der ersten Hälfte der Periode zwischen Auflaufen und Schossen erfahren hat, um in der darauf eintretenden kühlen, feuchten Witterung eine Hemmung zu erleiden, oder daß der Hafer allmählich

durch die günstigen Bedingungen gleich nach dem Auflaufen eine Beschleunigung erfahren hat und nur noch wenig auf die eingetretene Abkühlung, die eingetretenen Niederschläge und die geringere Besonnung reagiert hat. Für die letzte Annahme liegt mehr Berechtigung vor, da beim Hafer „sämtliche Lebensvorgänge bedeutend langsamer als bei der Gerste“ vor sich gehen [vgl. Zade (98)], der Hafer eine Pflanze des maritimen Klimas ist und solche Pflanzen auf äußere Einflüsse, d. h. also auch plötzlich eintretende Veränderungen, sich langsamer einzustellen vermögen. Es werden noch weitere vergleichende Beobachtungen nötig sein, um auf diese interessante Frage eine Antwort zu erhalten.

3. Erstes Ähren- bzw. Rispschieben.

I. Weizen.

Bei dem ersten „Ährenschieben“, dem Stadium, in welchem die Ansatzstelle der Ährenspindel am Halme, wie oben bereits ausgeführt wurde, von der sie bis dahin umschließenden Blattscheide des obersten Blattes frei geworden ist, treten, wie auch bei den Beobachtungsergebnissen von Vogt (88) die einzelnen Sortenunterschiede bei sämtlichen Saaten deutlicher in Erscheinung, als in den früheren Wachstumsstadien. Jedoch sollen diese Sortenunterschiede erst in einem späteren Abschnitt behandelt werden.

Vergleicht man die Daten für das erste Ährenschieben mit den Daten für das erste Schossen, so zeigt sich, daß hier die zeitlichen Abstände zwischen dem Eintritt der Phase bei den verschiedenen Saaten bestehen geblieben sind, ja zum Teil sogar stärker hervortreten. Der Umstand, daß sie sich nicht ausgeglichen haben, zeigt hier nochmals, daß es sich bei den Unterschieden in den Schoßterminen um Differenzen im Entwicklungsstand der einzelnen Saaten handelt, die durch die Witterung bis zum Ährenschieben nicht ausgeglichen wurden. Vergleichen wir die Zeitspanne zwischen „Schossen“ und „Ährenschieben“, so ergeben sich hier Verschiedenheiten, die zweckmäßigerweise in einem späteren Abschnitt behandelt werden sollen. Es bleibt somit die Gegenüberstellung des Verhaltens des Weizens während der beiden Beobachtungsjahre zu behandeln übrig.

Der Charakter der beiden Jahreswitterungen wich, wie Abb. 5, S. 401 erkennen läßt, grundsätzlich voneinander ab. Am deutlichsten kommt das in den Sonnenscheinkurven zum Ausdruck. Hierbei verläuft die Kurve für das Jahr 1928 durchschnittlich über

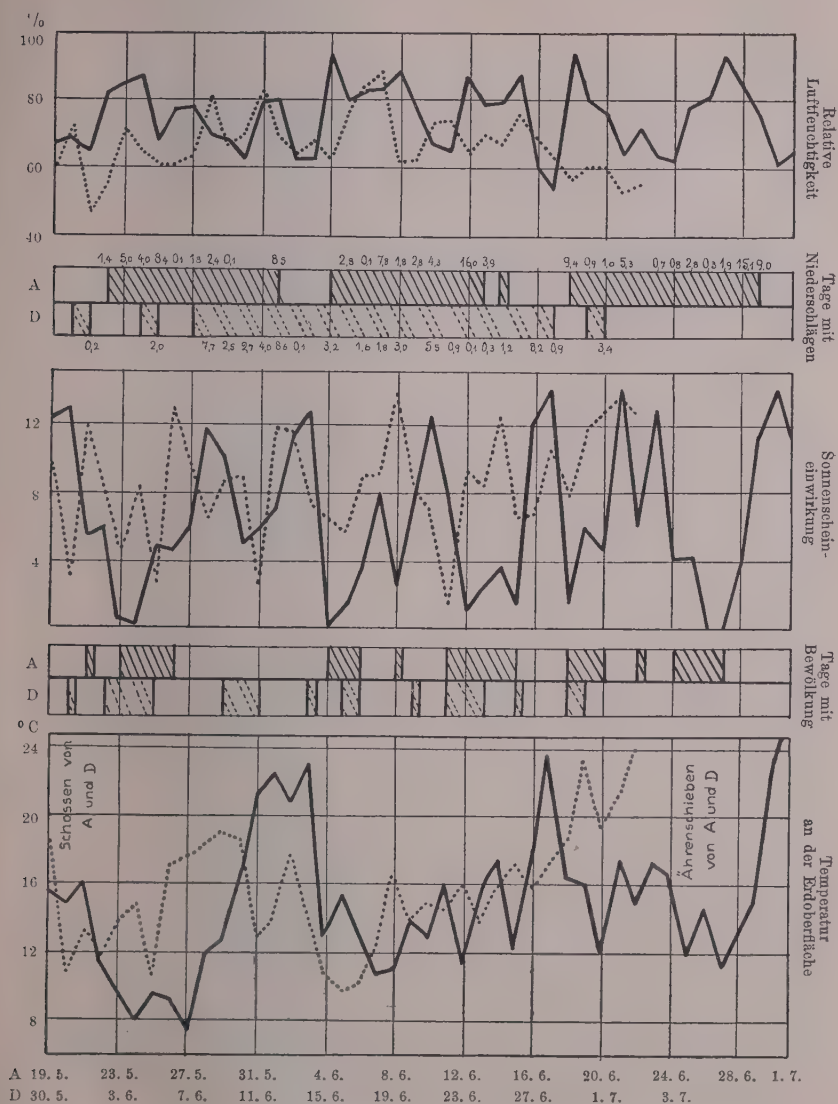


Abb. 5. Mittelwerte für relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenschein und Lufttemperaturen sowie Angaben über die Verteilung der Tage mit Niederschlägen und Bewölkungsdichten über 7° in der Zeit vom Schossen bis zum Ährenschieben von Weizen (Svalöfs Kolben).

A 1927: ——— D 1928:

derjenigen von 1927. Es ergibt sich daraus, daß die Tage, an denen hohe Sonnenscheinwerte gemessen wurden, 1928 häufiger waren als in dem Sommer des vorhergehenden Jahres. Parallel hierzu war auch die Zahl der trüben Tage, d. h. der Tage mit einer durchschnittlichen Bewölkungsdichte über 7^0 1928 geringer als im vorhergehenden Jahre. Auch die Zahl der gemessenen Niederschläge war geringer.

Es ist hiernach noch die Betrachtung der Temperaturverhältnisse notwendig. Die Kurve (vgl. Abb. 5, S. 401) gibt diese Unterschiede deutlich zu erkennen. Es ergibt sich demnach folgendes Bild: nach dem ersten Auflaufen setzte im Jahre 1927 am 22. 5. eine plötzliche Abkühlung ein, die bis zum 28. 5. währte. Darauf folgten 4 außerordentlich warme Tage, an denen sich die Durchschnittstemperaturen an 2 Tagen zwischen 22 und 23^0 C bewegten. Die Temperaturen sanken darauf abermals und bewegten sich durchschnittlich zwischen 11 und 17^0 C (vgl. Abb. 5, S. 401). Im Jahre 1928 dagegen folgten auf das Auflaufen 6 Tage, an denen die Durchschnittstemperaturen zwischen 11 und 15^0 schwankten, darauf weitere vier Tage mit Temperaturen zwischen 17 und 19^0 C, denen nach einer 2tägigen Abkühlung auf 10^0 C Tage mit zwischen 14 und 17^0 C schwankenden Temperaturen folgten. Gegen Ende der Periode lag eine Reihe von heißen Tagen. Die Witterung zeigte also im Verlauf der Temperaturen eine größere Gleichmäßigkeit als im vorhergehenden Jahre. Die Schwankungen der Temperaturkurve waren bedeutend geringer.

Was die Niederschläge anlangt, so war die 1928 gefallene Regenmenge bedeutend geringer als im Jahre 1927. Sowohl aus der Gesamthöhe als auch aus den für den Zeitraum von 5 Tagen jeweils zusammengefaßten Werten ist dies zu ersehen.

Geht man nun auf die Daten ein, die die Reaktion des Weizens veranschaulichen, so zeigt sich, daß der Weizen, abgesehen von Sortenunterschieden, 1928 die Tendenz zu schnellerer Entwicklung an den Tag legte. Das würde mit der Erkenntnis in Einklang stehen, daß der Weizen vor seinem Ährenschieben bis zu einem gewissen Grade „regenschau“ ist [vgl. Gösele (27)].

II. Gerste.

Bei der Gerste tritt diese zuletzt besprochene Tatsache deutlicher als beim Weizen in Erscheinung. Die Periode zwischen dem Eintritt des Schossens und dem des Ährenschiebens betrug

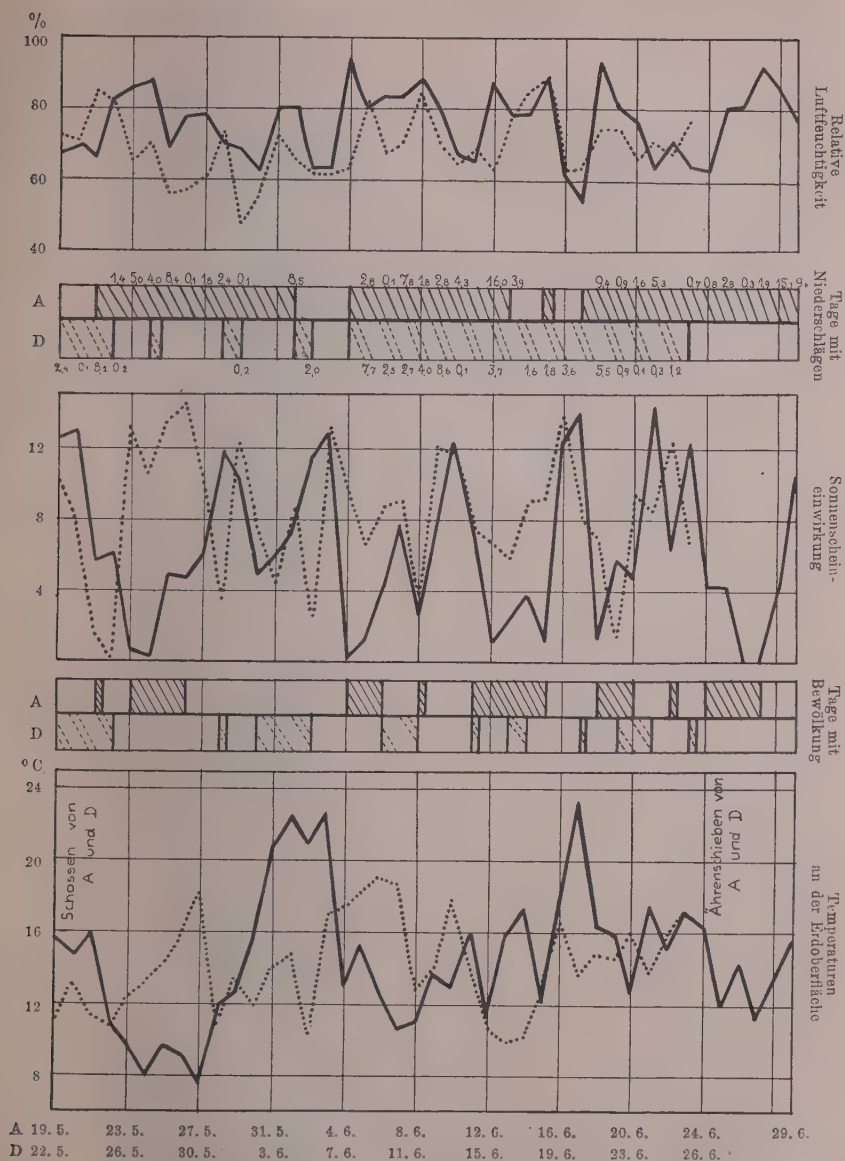


Abb 6. Mittelwerte für relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenschein und Lufttemperaturen sowie Angaben über die Verteilung der Tage mit Niederschlägen und Bewölkungsdichten über 7° in der Zeit vom Schossen bis zum Ährenschieben von Gerste (Mahndorfer Hanna).

A 1927: ——— D 1928:

32 bis 35 Tage, in wenigen Fällen auch 37 bis 40 Tage bei der Saat D. Die Saat A dagegen benötigte 36 bis 40 Tage, in zwei Fällen nur 31 und 32 und 41 Tage. Hier also zeigt sich, daß die Gerste nicht nur im Ganzen eine kürzere Vegetationsperiode besitzt, sondern stärker als der Weizen auf die Außeneinflüsse reagiert, in dem vorliegenden Falle wärmere, niederschlagsärmere Witterung durch beschleunigtes Wachstum stärker als der Weizen beantwortet (vgl. auch Abb. 6, S. 403).

Auf eine weitere Tatsache muß hier eingegangen werden, die beim Weizen aus den Daten für das erste Ährenschieben nur vereinzelt festgestellt werden konnte und erst in einem späteren Abschnitt behandelt werden soll. Vergleicht man die Saaten des Jahres 1927 miteinander, so ist namentlich bei der Saat C festzustellen, daß, mit einem, im Vergleich zur Saat A, späteren Eintritt des Schossens die Periode des „Ährenhebens“ — so bezeichnet Scheibe (75) die Entwicklungsperiode zwischen „Schossen“ und „Ährenschieben“ — verlängert wird.

Untersucht man an Hand der Kurven (Abb. 6, S. 403) den Verlauf der Witterung, so ergibt sich, daß mit späterem „Schoßtermin“ auch die Periode der starken Abkühlung (21. 5. bis 28. 5. 27) diesem Stadium der jungen Pflanze näherrückt. Wir müssen also, wie dies Pirotta zuerst tat [vgl. auch Brouwer (10) und Gösele (27)], eine „kritische Periode“ annehmen, d. h. eine Entwicklungsperiode, „während welcher die Empfindlichkeit der betreffenden Pflanze ihr Maximum erreicht, so daß die Schwankungen des entsprechenden (Witterungs-)faktors in diesem Zeitabschnitt einen entscheidenden Einfluß . . . ausüben“. Danach wäre die Gerstenpflanze im Stadium des Schossens besonders empfindlich und hätte daher auf die eingetretene starke Abkühlung stärker reagiert als der Weizen, was in der geschilderten Weise in den Daten für das erste Ährenschieben zum Ausdruck kommt.

III. Hafer.

Auch beim Hafer ergibt sich dasselbe, was bei Weizen und in noch stärkerem Maße bei der Gerste beobachtet worden war; d. h. im Jahre 1928 zeigt auch hier bei Hafer die Saat D ein gegenüber den übrigen Saaten beschleunigtes Wachstum. Das mag auf den ersten Blick überraschen, da sich ja Hafer, worauf wiederholt hingewiesen worden ist, physiologisch anders verhält als Weizen und Gerste, und daher nicht erwartet wurde, daß er, der

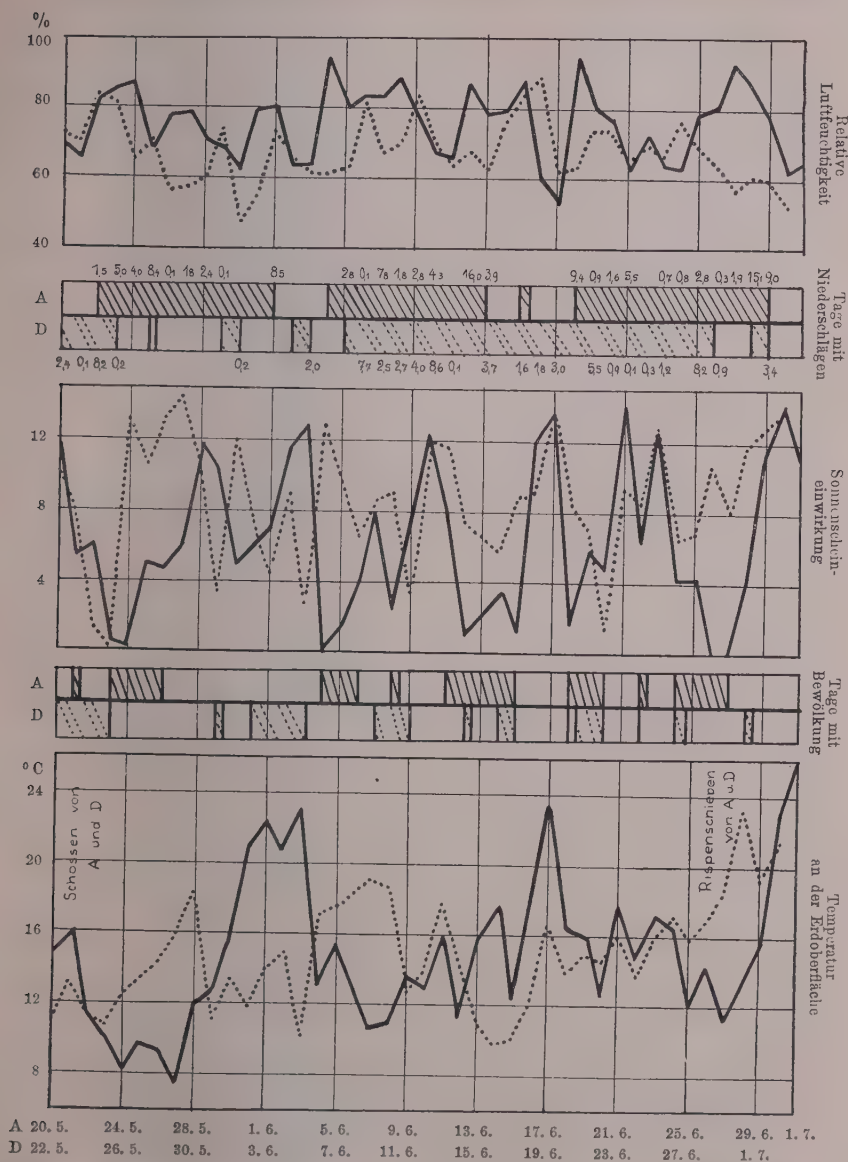


Abb. 7. Mittelwerte für relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenschein und Lufttemperaturen sowie Angaben über die Verteilung der Tage mit Niederschlägen und Bewölkungsdichten über 7° in der Zeit vom Schossen bis zum Rispschieben von Hafer (Pflugs Früh-Hafer).

A 1927: ——— D 1928:

feuchtes und kühles Wetter [vgl. Zade (99)] besonders liebt, in einem an heiteren und warmen Tagen reicheren, an Niederschlägen dagegen ärmeren Jahre beschleunigtes Wachstum zeigen würde. Die Betrachtung des Verhaltens der drei Saaten des Jahres 1927 aber ist geeignet, hierfür eine Erklärung abzugeben. Auffallenderweise zeigen hier die Saaten größtenteils nicht stark voneinander abweichende Daten über die Dauer der Periode des „Rispenhebens“.

Wir müssen auch für den Hafer annehmen, daß zur Zeit des Schossens eine „kritische Periode“ besteht; es muß jedoch dabei bedacht werden, daß der Hafer eine Pflanze ist, deren Lebensvorgänge bedeutend langsamer als bei Weizen und Gerste vor sich gehen, der als Hygrophyt (60) aber auch langsamer auf eintretende Änderungen der Außenwelt reagiert. Die Hafersaaten haben sich nach Eintritt des Schossens langsamer entwickelt und waren daher gleichmäßig den Außeneinflüssen ausgesetzt. Ebenso reagierten sie bei Umkehrung der Witterungsverhältnisse langsamer auf diese als die übrigen Getreidearten.

Da nun der Hafer weniger stark auf die Außenwelt mit seinem Wachstumsrhythmus reagiert als die beiden anderen Getreidearten, und da er physiologisch als ausgesprochene Pflanze eines feuchten, kühlen Klimas [vgl. Merckenschlager (61)] betrachtet werden muß, kann hier sein gegenüber den Saaten von 1927 im Jahre 1928 beschleunigtes Wachstum weniger als eine besondere Reaktion auf diese anders gearteten Verhältnisse angesehen werden. Vielmehr scheinen hier die Saaten des Jahres 1927 gleich nach Eintritt des Schossens eine Hemmung wie Weizen und Gerste erfahren zu haben, von der sie sich aber gleichmäßig langsamer als die Weizensaaten und Gerstensaaten erholten.

4. Eintritt der Blüte.

I. Weizen.

Zwei Erscheinungen treten bei Betrachtung der Daten für den Eintritt der Weizenblüte in Erscheinung: einmal eine gewisse Parallelität zwischen den Daten für die Blüte und den Daten für das erste Ährenschieben, dann aber auch eine Abnahme des zeitlichen Abstandes zwischen Ährenschieben und Blühen mit Verspätung des Termins für das erste Ährenschieben.

Aus der ersten Tatsache ist zu ersehen, daß eine Abhängigkeit der Blüte vom Längenwachstum der Pflanze besteht, die ver-

muten läßt, daß die innere Entwicklung der Pflanze, insbesondere der Blütenorgane in enger Beziehung zu der äußerlich wahrnehmbaren Längenentwicklung der Pflanze steht.

Die zweite sehr wichtige Tatsache besagt aber, daß der Reifungsprozeß der Blütenorgane offenbar nicht allein von dieser äußeren Entwicklung der Pflanze abhängig ist, sondern durch die äußeren Einflüsse der Witterung im letzten Stadium des Längenwachstums der Pflanze beeinflußt wird. Der Blühbeginn liegt

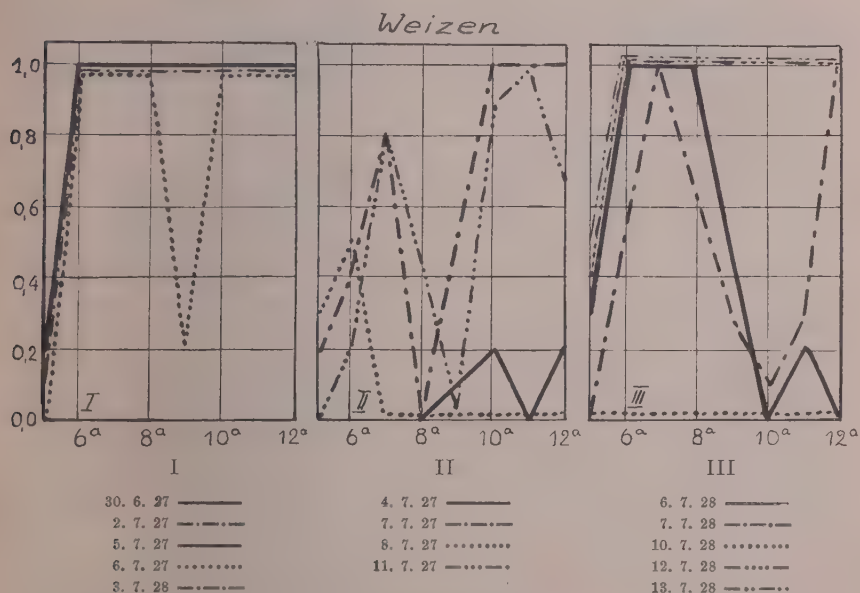


Abb. 8. Sonnenscheinwerte in den Vormittagsstunden der Tage erster Blüte.

demgemäß um so früher, je länger günstige Witterungsbedingungen auf die Pflanze eingewirkt haben. Auf diese Tatsache ist, soweit mir bekannt geworden ist, bisher wenig geachtet worden. Vielmehr ruhte das Hauptaugenmerk der Beobachter auf den Witterungsbedingungen, unter denen die Blüte offen abblüht.

Schindler (79) führt über den Eintritt der Weizenblüte aus, daß „niedere Temperaturen unter 12—13° C und Nässe oder große Trockenheit des Bodens und der Luft das Öffnen der Spelzen verhindern, so daß der Weizen dann kleistogam abblüht“. Diese Beobachtung wird auch durch Fruwirth, Tschermack und andere

Autoren (23) bestätigt. Diese Hinweise führen zunächst zu einer Betrachtung der Witterungsverhältnisse, die am Tage der ersten Blüte hier herrschten. Abb. 8, S. 407 gibt in graphischer Darstellung die Sonnenscheinwerte für die Vormittagsstunden der Tage wieder, an denen die erste Blüte beobachtet wurde. Es zeigt sich danach, daß mit Ausnahme des 4. 7., 7. 7., 8. 7. und 11. 7. 1927

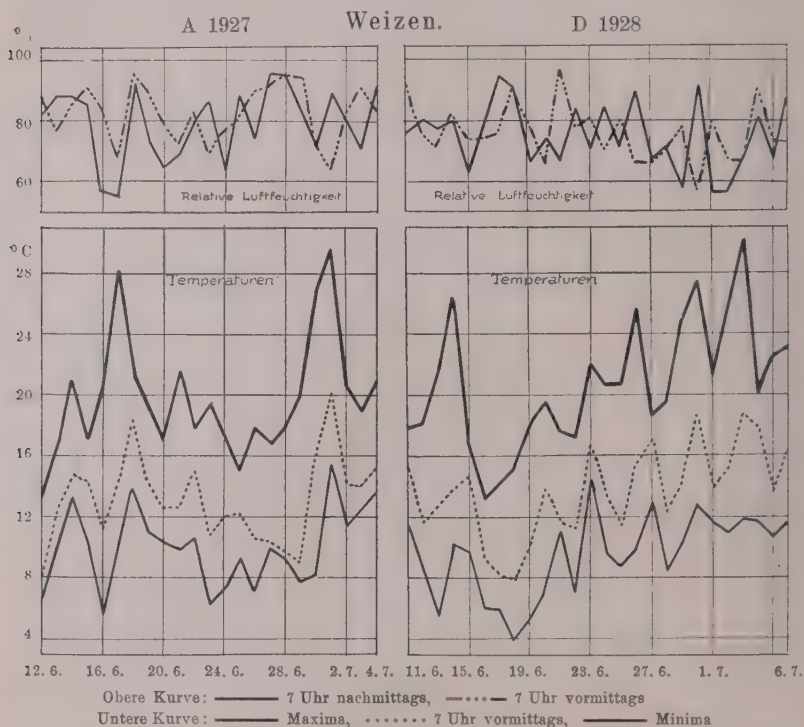


Abb. 9. Kurven für die relative Luftfeuchtigkeit um 7 Uhr vormittags und 7 Uhr nachmittags, die höchsten und tiefsten Temperaturen, sowie die Temperaturen um 7 Uhr vormittags.

in den frühen Morgenstunden starke Sonnenstrahlung an den Tagen des ersten Aufblühens zu verzeichnen war. Somit stehen die hier aufgezählten Beobachtungen in Einklang zu den bereits erwähnten Beobachtungen von Schindler, Fruwirth u. a. Eine Ausnahme macht nur der 10. 7. 27., wo starker Regen während der vorausgegangenen Nacht gefallen war. Die hier beobachtete Blüte hatte kleistogam stattgefunden und war sowohl durch Untersuchung von

einzelnen Ährchen als auch der am nächsten Tage zwischen den Spelzen erscheinenden, entleerten Staubbeutel festgestellt worden. Die Farbe dieser Staubbeutel war im Gegensatz zu den am gleichen Morgen entleerten nicht gelblich, sondern weiß. Dasselbe gilt auch für die Beobachtung am 10. 7. 28.

Die Blüte ist scheinbar aber vom Sonnenschein weniger abhängig, wie die Kurven vom 4. 7., 7. 7., 8. 7. und 11. 7. erkennen lassen. Der 4. 7. war sogar sehr trübe; erst nach 8 Uhr konnte der Autograph vorübergehend Sonnenschein anzeigen.

Im Jahre 1927 verspätete sich der Termin des „Ährenschiebens“ bei steigenden Temperaturen an den Tagen vor dem Aufblühen. Während am ersten Aufblühtage die Temperatur vormittags um 7 Uhr 15,7° C betrug und an den vorhergehenden Tagen 9,2°, 9,7°, 10,4° usw. am Morgen, 13,6°, 12,1°, 10,5° u. s. f. im Durchschnitt geherrscht hatten, ergaben am 12. 7. die vormittags um 7 Uhr abgelesenen Temperaturen 19,0° C, die Durchschnittstemperaturen an den vorhergehenden Tagen 20,4°, 17,3°, 19,8°, 24,2°, 24,4° u. s. f. Ähnliche Verhältnisse liegen auch im Jahre 1928 vor. Auch die übrigen Daten zeigen ähnliche Verhältnisse an und ergeben, daß die Blüte von zwei Faktorengruppen abhängig ist, nämlich einmal von dem Längenwachstum der Pflanze und somit der während der Phase des „Ährenhebens“ herrschenden Witterung, und weiterhin von der Witterung, die auf die Blütenorgane unmittelbar wirkt, d. h. die Witterung vom Tage des Erscheinens der Ähre bis zum Tage der ersten Blüte. Warme Tage üben einen fördernden Einfluß aus, der durch ein, im Verhältnis zum Tag des ersten Ährenschiebens, verfrühtes Eintreten der Blüte gekennzeichnet ist.

II. Gerste.

Auch die Blühdaten der Gerste sprechen für die Beziehungen, wie sie soeben für den Weizen ausgesprochen worden sind. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß nur die Sorten verglichen wurden, die nicht zu den *erectum*-Gersten gerechnet werden. Denn die *erectum*-Gersten blühen, wie die Beobachtungen vieler Autoren ergeben haben [vgl. Fruwirth (23)] nur selten bei geöffneten Spelzen ab. Andererseits muß hier eingeschoben werden, daß der zeitliche Abstand zwischen der ersten Blüte und dem ersten Ährenschieben bedeutend kürzer ist als bei dem Weizen, ja die Gerstenblüte oft schon eintritt, bevor die Ähre von der Blattscheide des obersten Blattes frei geworden ist.

Über die Witterungsbedingungen, unter denen ein offenes Blühen stattfindet, teilt Fruwirth (23) [vgl. auch Schindler (79)] mit, daß dieses meist in den am spätesten blühreif werdenden Ährchen der *nutans*-Gersten eintritt, sobald die Temperaturen um 5—6 Uhr vormittags über 15°C , ausnahmsweise 14°C lagen. Er fand offenes Abblühen bei der „Mehrzahl oder allen Blüten der Mittelreihen (wenn bei genügender Feuchtigkeit) nach längerer, kühler Zeit, welche das Schossen (= Ährenschieben) zurückhält,

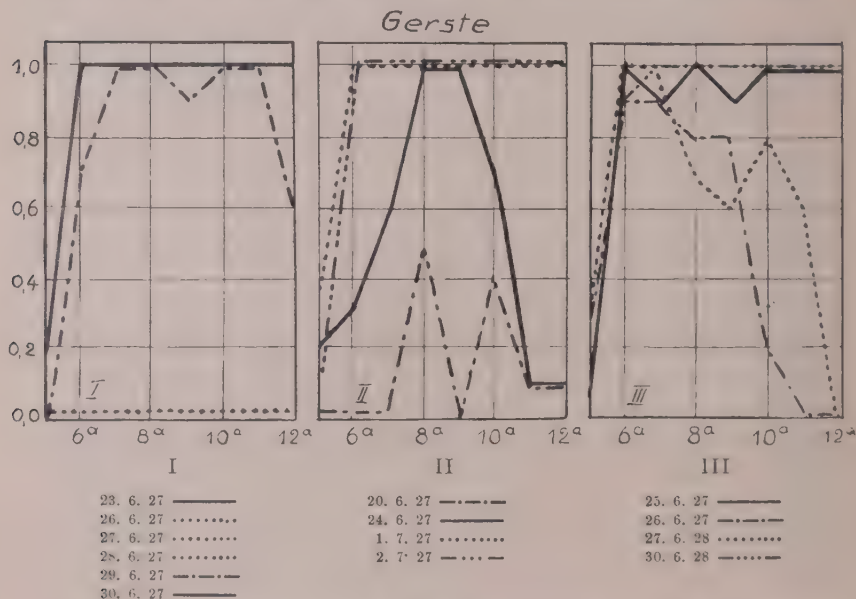


Abb. 10. Sonnenscheinwerte in den Vormittagsstunden der Tage erster Blüte.

plötzlich sehr warmes Wetter eintritt und das Schossen rasch erfolgt“. Dagegen wird bei den vierzeiligen Sommergersten, wie beim Weizen, offenes Abblühen unter bestimmten Witterungsbedingungen sehr häufig beobachtet.

Wenn auch diese Umstände der exakten Beobachtung der Gerstenblüte in der vorher geschilderten Weise erschwerend entgegenstanden, so muß doch versucht werden, aus den Beobachtungen einen Einblick in das Verhalten der Gerste zu gewinnen.

Auch die Blühdaten für die Gerste geben eine relative Verfrühung des Blühtermins bei späterem Eintritt des Ährenschiebens

zu erkennen. So setzte bei den angeführten am frühesten die Ähren schiebenden Sorten die Blüte 1—2 Tage nach dem Ährenschieben ein, bei der unter den zweizeiligen Gersten sehr schnellwüchsigen Proskowetzer Hannagerste 1 Tag vorher, bei den Saaten mit späterem Termin des Ährenschiebens bereits 2—3 Tage vor

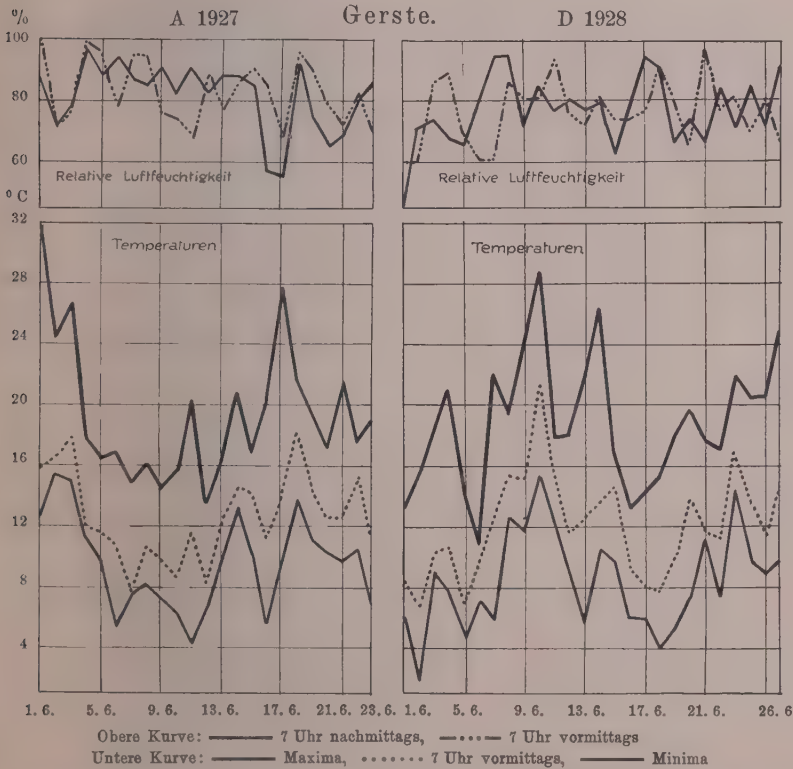


Abb. 11. Kurven für die relative Luftfeuchtigkeit um 7 Uhr vormittags und 7 Uhr nachmittags, die höchsten und tiefsten Temperaturen und die Temperaturen um 7 Uhr vormittags.

diesem. Diese Beobachtung läßt auf die beim Weizen bereits angeführte Beziehung des Blühtermins zum Längenwachstum des Halmes schließen.

Was die Temperaturen zur Zeit der ersten Blüte und in den letzten zehn der Blüte vorausgehenden Tagen anlangt, so zeigte sich, daß mit wenigen Ausnahmen die in den ersten Vormittags-

stunden abgelesenen Lufttemperaturen unter den Werten liegen, die von anderen Autoren als maßgebend für das offene Abblühen mitgeteilt werden [vgl. Fruwirth (23)]. Entgegen der Witterung vor der ersten Weizenblüte waren die Witterungsverhältnisse vor dem Einsetzen der Gerstenblüte in den einzelnen Fällen weniger scharf voneinander verschieden, so daß aus dem Witterungsverlauf vor dem Einsetzen der Gerstenblüte nur unklare Beziehungen zu der Blüte selbst gefolgert werden können.

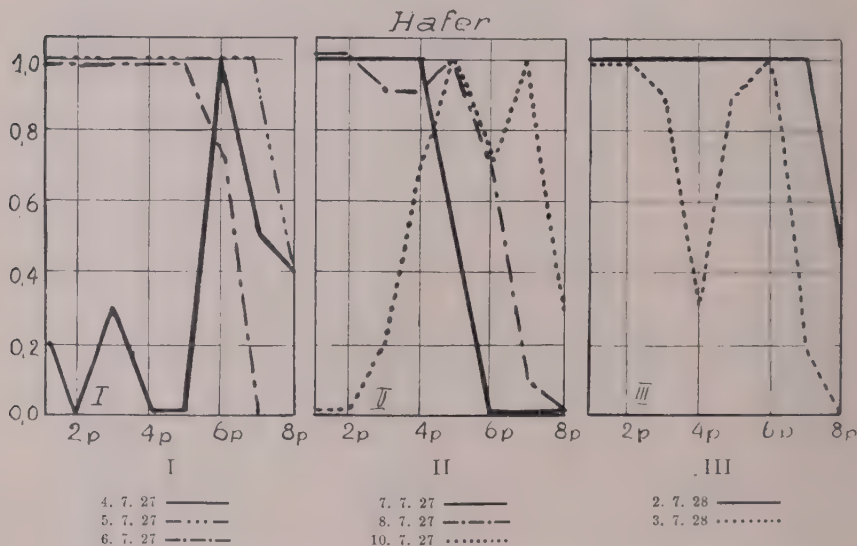


Abb. 12. Sonnenscheinwerte in den Nachmittagsstunden der Tage erster Blüte.

III. Hafer.

Wenn über das ganze Verhalten des Hafers im Vergleich zu den übrigen Getreidearten gesagt wurde, daß der Hafer „einen Typ für sich darstellt“ (31), so muß dies auch für die Blüte geltend gemacht werden. Von zahlreichen Autoren [vgl. Fruwirth (23)], besonders aber von Zade (99), ist beobachtet und festgestellt worden, daß die Blüte des Hafers in den Nachmittagsstunden stattfindet und zwar bei warmen Temperaturen und, wie sich deutlich aus der Abb. 12 (S. 412) erkennen läßt, bei starker Besonnung. Zade (99) sagt hierzu, daß „die das Blühen (des Hafers) in der Hauptsache bedingenden Faktoren die Tagestemperaturen und die

Feuchtigkeit“ sind. „Beträgt die Temperatur weniger als 15 bis 17° C und herrscht besondere Trockenheit, so setzt das Blühen mehrere Stunden später ein als unter günstigeren Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnissen“; „auch große Hitze scheint verzögernd zu wirken“ (99). „Am reichsten setzt das Blühen bei schwüler,

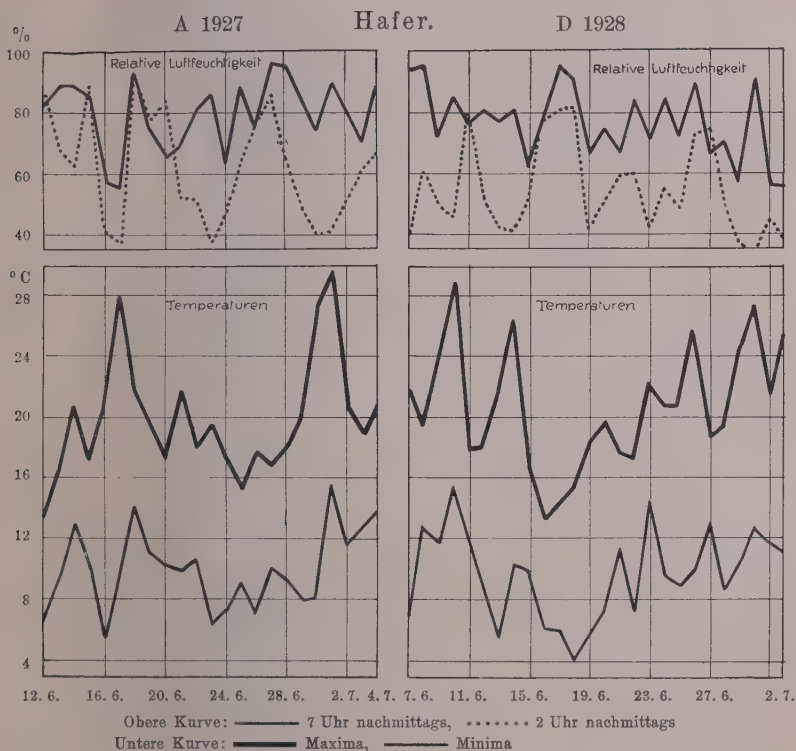


Abb. 13. Kurven für die relative Luftfeuchtigkeit um 2 und 7 Uhr nachmittags, sowie die höchsten und tiefsten Tagestemperaturen.

feuchtwarmer Luft ein; offenbar benötigt die Haferblüte zu ihrer normalen Verrichtung einer verhältnismäßig hohen Feuchtigkeitsmenge, während Trockenheit ein gewisses Hindernis bietet und das Abblühen weniger lebhaft gestalten läßt. Auf armen, trockenen Sandböden blüht der Hafer auch im allgemeinen mehr mit geschlossener Blüte, als auf reichen, feuchteren Böden.“ „Bei dauernd naßkalter Witterung kann das Öffnen der Spelzen ganz unter-

bleiben.“ „Halboffene Spelzenstellung ist ein typisches Zeichen für das kürzlich erfolgte Abblühen des betreffenden Blütchens.“

Mit diesen Beobachtungen stimmen die im Vorliegenden gemachten überein. Dabei ist ebenso, wie von Zade, bemerkt worden, daß das Aufblühen an verschiedenen Tagen zu verschiedenen Zeiten geschieht. Jedoch waren die diesbezüglichen Beobachtungen nicht ausreichend, um in der vorliegenden Arbeit behandelt werden zu können.

Untersucht man die Daten für das erste Blühen des Hafers in ähnlicher Weise wie in den vorhergehenden Fällen, so kommt man betreffs der Beziehung des ersten Blühdatums zum Rispen-schieben zu einem ähnlichen Ergebnis, wie bei den beiden zuerst behandelten Getreidearten.

Was die Witterung zur Zeit der ersten Haferblüte betrifft, so muß festgestellt werden, daß es sich in der Mehrzahl der hier angeführten Fälle um Tage handelt, an denen die Temperaturen im Maximum sowie auch zur Zeit der Mittagsablesung hoch waren, (24—30° C im Schatten), daß dementsprechend auch die Luftfeuchtigkeit meist niedrig war und sich zwischen den Werten 34 und 46 bewegte. Mit Ausnahme eines Falles, des 10. 7. 27, fielen keine Niederschläge — abgesehen von der Taubildung, die in den Vormittagsstunden der meisten Tage festgestellt wurde —. Gegen Abend sanken die Temperaturen, waren aber in keinem Falle niedriger als 15° C. Eine stärkere, unmittelbare Abhängigkeit von der längere Zeit vorausgegangenen Witterung kann aus den hier niedergelegten Beobachtungen jedoch nicht gefolgert werden. Vielmehr fand die erste Blüte — mit einigen Ausnahmen — meist 1—3 Tage vor dem ersten Freiwerden der Rispen- und Spindel von der Blattscheide des obersten Blattes statt.

B. Vergleichende Betrachtung der sich bei den Beobachtungen ergebenden Sortenunterschiede.

In ähnlicher Weise wie bei der seitherigen Betrachtung der phänologischen Beobachtungsergebnisse lassen sich auch innerhalb der Getreidearten zwischen einzelnen Sorten oder Sortengruppen Unterschiede beobachten. Daß solche hinsichtlich des Eintritts der Reife bestehen, ist hinreichend bekannt; doch lassen die Ergebnisse der D. L. G.-Sortenversuche, wie auch die Arbeit Schneiders, die von vergleichenden Beobachtungen an 88 Hafersorten (vgl. 81) ausgeht, erwarten, daß unter verschiedenen Außenbedingungen

die einzelnen Sorten verschieden reagieren werden, wie dies ja auch bei den Untersuchungen über die Transpirationsverhältnisse [vgl. Scheibe (74)] zum Ausdruck kommt. Es ist allerdings notwendig, daß auf die Schwierigkeiten hingewiesen wird, die sich einer Auswertung der Beobachtungen, wie der vorliegenden, entgegenstellen. Die Beobachtung des ersten Eintritts einer Phase im Bestande einer Sorte hat fraglos ihre Fehlerquellen. Aber auch andere Methoden, wie die vielfach geübte Abschätzung oder auch die Ermittlung von Prozentwerten nach genauer täglicher Auszählung bieten Schwierigkeiten bei der Beurteilung des Entwicklungsganges verschiedener Sorten. Diese beruhen einmal in der Erfassung der Endzahl der Halme, da ein Nachschieben von neuen Halmen fast ständig vor sich geht. Dann aber gehen auch bis zur endgültigen Aberntung Halme verloren, brechen um und ergeben so neue Fehlerquellen. Dieser Umstand war bei den vorliegenden Beobachtungen auf dem Dahlemer Versuchsfelde besonders störend, da, wie bereits oben angedeutet, die genaue Auszählung mit dem Herannahen der Reife durch den Einfall von Sperlingen erheblich beeinträchtigt wurde. Aber selbst wenn diese Fehlerquellen ausgeschaltet werden, so ergibt die genaue vergleichende tägliche Beobachtung nur bedingt ein klares Bild über die zwischen den einzelnen Sorten bestehenden Unterschiede. Der Grund hierfür liegt darin, daß die verschiedenen Sorten sich verschieden stark bestocken und die Stärke der Bestockung wiederum den Eintritt des Ährenschiebens beeinflußt. Wie oben bereits erwähnt wurde, ist bei den vorliegenden Beobachtungen die Stärke der Bestockung nicht berücksichtigt worden, da eine genaue Beobachtung eine größere Entfernung der Pflanzen innerhalb der Reihen notwendig gemacht hätte, andererseits aber Wert darauf gelegt worden war, daß die Beobachtungen unter möglichst natürlichen Bedingungen ausgeführt wurden. Es empfiehlt sich daher, im folgenden sowohl den ersten Eintritt der betreffenden Phase als auch den weiteren Fortgang innerhalb des Bestandes zu berücksichtigen.

I. Weizen.

Aus den täglichen Aufzeichnungen über das Auflaufen wie auch über das Schossen lassen sich deutliche Unterschiede nicht nachweisen. Sämtliche Weizensorten begannen bei Aussaattermin A 11 bis 12 Tage nach der Aussaat aufzulaufen, hatten ihren Höhepunkt des Auflaufens etwa in der Zeit bis zum 6. 4. 27 und waren

am 12. 4. 27 fast ausnahmslos aufgelaufen. Bei den übrigen Saaten ergibt sich das gleiche Bild. Bei Saat B begannen alle Sorten nach 13 bis 14 Tagen aufzulaufen, hatten den größten täglichen Zuwachs an neu auflaufenden Pflanzen in der Zeit bis zum 16. bzw. 17. 4. und waren vollzählich am 23. 4. 27 aufgelaufen. Bei Saat C liefen die ersten Pflanzen bereits nach 6 Tagen auf, die meisten täglich neu erschienenen Pflanzen sind bis zum 25. 4. zu verzeichnen. Beendet war das Auflaufen am 1. 5. 27. Die letzte Saat D lief einheitlich 16 Tage nach der Aussaat auf. Die meisten täglich neuerschiedenen Pflanzen wurden bis zum 28. 4. beobachtet. Vollständig beendet war der Vorgang am 2. bzw. 3. 5. 28.

Ähnlich wie beim Auflaufen liegen die Verhältnisse auch bei der nächstfolgenden Phase, dem Schossen. 49 bis 51 Tage nach dem ersten Auflaufen begann die Saat A zu schossen. Der Höhepunkt dieses Vorgangs lag bei allen Sorten zwischen dem 20. und 25. 5.; beendet war er bei sämtlichen Sorten dieser Saat am 30. 5. 27. Man muß allerdings berücksichtigen, daß es sich bei den Daten lediglich um Abschätzungen handelt, die ursprünglich nur den Zweck haben sollten, festzustellen, ob das Schossen auch bei weiteren Pflanzen der betreffenden Sorte in den folgenden Tagen einsetzte, oder ob es sich in dem beobachteten ersten Schoßbeginn um eine aus dem Rahmen der übrigen Pflanzen des Bestandes fallende Pflanze handelte.

Bei Saat B treten in dem Eintritt des Schossens beim ganzen Bestande insofern Unterschiede auf, als die beiden zuerst aufgeführten, Janetzki's früher Sommerweizen und Bensings allerfrüherster Sommerweizen, einen deutlichen Vorsprung zeigen, der darin besteht, daß 50% aller Pflanzen mit dem Schossen bereits begonnen haben, während dies bei den übrigen Sorten erst 2 Tage später der Fall ist. Auch bei Saat C und D eilen sie in ihrer Entwicklung den übrigen Sorten voraus. Unter letzteren sind kleinere Verschiedenheiten vorhanden, die aber eine deutliche Scheidung einzelner Typen oder Gruppen hinsichtlich ihres Entwicklungsganges noch nicht ermöglichen. Deutlich erkennbar werden solche erst im Stadium des Ährenschiebens.

Zeitlich trat das Ährenschieben bei Janetzki's frühestem und Bensings allerfrühestem Sommerweizen am ehesten ein, und zwar am 24. 6. Bis zum 5. 7. waren die meisten, d. h. 80% sämtlicher Ähren frei von der sie bis dahin umgebenden Blattscheide. 6 Tage nach diesen beiden Sorten begann das Ährenschieben bei Lohmanns

galizischem Kolbenweizen, Svalöfs Extrakolbenweizen und Svalöfs Kolbenweizen. Das Ährenschieben dieser Sorten begann unter Aussaattermin A am 30. 6. 80 % der endgültig festgestellten Ähren waren am 9. 6. frei von der obersten Blattscheide. Weitere 2 Tage nach diesen drei Sorten begannen Mahndorfer Bordeaux- und Peragis-Sommerweizen das genannte Stadium zu erreichen. Am 4. 7., d. h. 2 Tage nach Beginn des Ährenschiebens der zuletzt genannten Sorten trat diese Phase bei den übrigen Sorten, nämlich Dippes und Heines Bordeauxweizen, Stadlers weißspelziger Sommerweizen, Heines Japhetweizen und Hörnings Wohltmanns grüne Dame ein. Am langsamsten setzte innerhalb der Bestände das Ährenschieben bei Hörnings Wohltmanns grüne Dame und Heines Bordeauxweizen ein. Während am 11. 7. bei den meisten Sorten bereits 80 bis 90 % der Ähren „geschoben“ sind, haben bei Hörnings Wohltmanns grüne Dame an diesem Tage erst 40 %, bei Heines Bordeauxweizen sogar erst 30 % das genannte Stadium erreicht. Hierzu gesellt sich noch Stadlers weißspelziger Sommerweizen, bei dem an dem genannten Tage erst 60 % der Ähren frei sind. Bei Saat A — nicht bei den folgenden Saaten — war weiterhin die Entwicklung von Bensings allerfrühestem Sommerweizen etwas schneller als bei Janetzki's Sommerweizen abgelaufen.

Die eben geschilderten Verhältnisse bestehen ähnlich auch bei der Saat B. Am 11. 7. hatten 33 % der Ähren von Heines Bordeauxweizen das genannte Stadium erreicht. An diesem Tage waren bei Hörnings Wohltmanns grüner Dame 42 %, bei Mahndorfer Bordeaux- und Heines Japhetweizen 70 % der Ähren „geschoben“. Bei Janetzki's frühem und Bensings allerfrühestem Sommerweizen zeigten sich an diesem Tage bereits 96 %, bei Svalöfs Extra-, Svalöfs und Lohmanns galizischem Kolbenweizen 85 % und endlich bei Dippes Bordeauxweizen 80 % freier Ähren. Stadlers weißspelziger Sommerweizen hatte an dem betreffenden Tage bereits 60 % der Ähren geschoben. Auch bei Saat C ist Heines Bordeauxweizen die Sorte, bei der das Ährenschieben am spätesten eintritt. Am Tage ihres ersten Ährenschiebens, dem 13. 7., hatte die Mehrzahl aller beobachteten Sorten über 50 % der Ähren frei. Nur Heines Japhetweizen, Hörnings Wohltmanns grüne Dame und Mahndorfer Bordeauxweizen stehen in ihrer Entwicklung hinter ihnen zurück, indem von diesen Sorten erst 28 bis 35 % der Ähren geschoben sind. Bei der Saat D endlich treten die Verschiedenheiten im Ablauf des Wachstums der verschiedenen Sorten am deutlichsten

hervor. Am frühesten schiebt Bensings allerfrüherster Sommerweizen die Ähren. Die erste von der obersten Blattscheide freie Ähre wurde am 1. 7. beobachtet. 30% der Ähren erreichten dieses Stadium am 6. 7., 80% am 13. 7. 3 Tage später beginnt Lohmanns galizischer Kolbenweizen die Ähren zu schieben. 30% der Ähren sind frei am 9. 7. und 80% erreichen dieses Stadium am 13. 7.: d. h. am Anfang besteht ein zeitlicher Unterschied in der Entwicklung der beiden Sorten von etwa 3 Tagen, der sich jedoch später vollkommen verliert. Parallel zu den eben angeführten Daten bewegen sich die Beobachtungsergebnisse von Svalöfs Kolbenweizen. Peragis-Sommerweizen beginnt 6—7 Tage später, als eben beschrieben, die Ähren zu schieben. Etwa 5 Tage nach Lohmanns galizischem Kolbenweizen und Svalöfs Kolbenweizen haben 30% seiner Ähren ihre Ansatzstelle am Halme frei von der obersten Blattscheide. Die angeführten Daten zeigen also, daß ein Unterschied im Gang der Entwicklung von Peragis-Sommerweizen im Vergleich zu den beiden vorhergenannten Sorten besteht. Am langsamsten entwickelten sich unter den Witterungsbedingungen der Saat D Mahndorfer Bordeaux- und Heines Japhetweizen. Sie begannen mit dem Ährenschieben 3 Tage später als Peragis-Sommerweizen und blieben auch im Verlaufe der weiteren Beobachtungen hinter diesem mit ihrer Entwicklung um 1—3 Tage zurück, wobei erwähnt werden muß, daß die Daten von Heines Japhetweizen sich denjenigen von Peragis-Sommerweizen schneller nähern als diejenigen vom Mahndorfer Bordeauxweizen.

Nicht nur auf die in den vorhergehenden Abschnitten geschilderten Unterschiede im zeitlichen Eintritt des Ährenschiebens muß hier hingewiesen werden, sondern es zeigte sich, daß solche Unterschiede auch in bezug auf die Reaktion den Außeneinflüssen gegenüber bestehen und daß unter verschiedenen Witterungsbedingungen die verschiedenen Sorten oder Gruppen von Sorten **verschiedenen Entwicklungsverlauf** zeigen.

Lohmanns galizischer Kolbenweizen brauchte im Jahre 1927 vom Eintritt des Schossens bis zum Eintritt des Ährenschiebens bei Saat A 42, B 43 und C 43 Tage, im Jahre 1928 dagegen nur 35 Tage. Bei Heines Japhetweizen dagegen war der Entwicklungsverlauf vom Schossen bis zum Ährenschieben bei allen vier Saaten fast gleich lang und betrug bei Saat A 46, B 45, C 44 und D ebenfalls 44 Tage.

Ihrer Abstammung nach stellen beide Sorten verschiedene Klimatypen dar. Lohmanns galizischer Kolbenweizen leitet sich,

wie die übrigen „Kolbenweizen“ von Stammpflanzen eines östlichen, vorwiegend kontinentalen Klimagebietes her [vgl. Baumann (5), Schindler (79)], Heines Japhetweizen dagegen stammt, wie Schindler (79) ausführt, von einem von Vilmorin-Paris bezogenen Weizen ab, ist nach seiner Herkunft [vgl. Berkner (1)] demnach eine Pflanze aus einem Klimagebiet, das zum großen Teil unter ozeanischen Einflüssen steht, im allgemeinen als ein maritimes bzw. Übergangsklima angesprochen werden kann.

An diese Beispiele lassen sich die übrigen Fälle angliedern. Ähnlich wie Lohmanns galizischer Kolbenweizen verhält sich Svalöfs Kolbenweizen; andererseits zeigt sich beim Mahndorfer Bordeauxweizen eine ähnliche Erscheinung, wie die soeben bei Heines Japhetweizen geschilderte, wenn wir die beiden Saaten A und D miteinander in Vergleich setzen; die erste der beiden Saaten brauchte für ihre Entwicklung vom Eintritt des Schossens bis zum ersten Ährenschieben 43, die letztere 42 Tage.

Gerade an dem Beispiel des Mahndorfer Bordeauxweizens läßt sich noch eine weitere bemerkenswerte Erscheinung beobachten, die einen weiteren Beitrag zur Kenntnis des Charakters einzelner Sorten gibt. Saat A begann, wie eben erwähnt wurde, nach 43 Tagen mit dem Ährenschieben. Vergleichen wir hiermit das Verhalten der Saaten B und C, so bemerkt man, daß diese offenbar gegenüber der ersten Saat des Jahres 1927 eine Verzögerung im Wachstum erfahren hatten; Saat B begann erst nach 45 Tagen, Saat C nach 49 Tagen mit dem Ährenschieben. Die gleiche Beobachtung können wir auch bei den beiden anderen Bordeauxweizen machen. Ersterer begann bei Saat B noch ohne eine Verspätung gegenüber Saat A, bei Saat C jedoch ist eine solche von 3 Tagen im ersten Beginn des Ährenschiebens festzustellen. Saat B von Heines Bordeauxweizen begann andererseits 2 Tage später als Saat A und 3 Tage früher als Saat C mit dem Ährenschieben. Ebenso verhalten sich auch die Daten der übrigen Sorten, mit Ausnahme von Heines Japhetweizen, bei dem die Zeitspanne des Ährenhebens der Saat B 1 Tag, der Saat C 2 Tage kürzer ist als bei der Saat A.

Neben dieser Erscheinung tritt auch eine gewisse Änderung in dem gegenseitigen Verhältnis ein, in dem die Sorten gemäß den zeitlichen Verschiedenheiten im Eintreten des Ährenschiebens¹⁾

¹⁾ Im gleichen Jahre aber bei verschiedenen Aussaatterminen.

zueinander stehen. Bei allen Saaten bilden die Daten für das Ährenschieben von Janetzkis frühem und Bensings allerfrühestem Sommerweizen eine Gruppe für sich und liegen deutlich früher als die betreffenden Angaben für die übrigen Sorten. — Wir müssen hier, wie auch bei den folgenden Erörterungen, allerdings die Erscheinung außer acht lassen, daß mit fortschreitendem Eintritt einer Phase die Daten von Sorten, die anfangs nennenswerte Verschiedenheiten aufwiesen, sich gegen Ende der Beobachtungen vielfach sehr nahe kommen. Diese Tatsache hängt mit der Art der Ermittlung der endgültig festgestellten Anzahl der Halme zusammen, worauf oben bereits hingewiesen worden ist. — Die nächste Gruppe bilden Lohmanns galizischer Kolbenweizen, Svalöfs Extra-Kolbenweizen und Svalöfs Kolbenweizen. Bei dem Saattermin A tritt das Ährenschieben im Verlaufe der täglichen Beobachtungen etwa mit einem Abstände von durchschnittlich 5—6 Tagen ein, einem eben solchen von 5 Tagen bei Saat B. Bei Saat C verringert sich dieser zeitliche Abstand im Ährenschieben auf durchschnittlich 3 Tage, ebenso bei Saat D. Dann folgen Mahndorfer und Dippes Bordeauxweizen, Heines Japhetweizen und anfangs auch Stadlers weißspeltziger Sommerweizen bei Saat A mit einem zeitlichen Abstand von 2—3 Tagen, bei Saat B ebenfalls von 2 Tagen; bei der Saat C ändert sich dagegen innerhalb dieser Gruppe dieses Verhältnis insofern, als die Daten von Stadlers weißspeltzigem Sommerweizen, die sich etwa in einem zeitlichen Abstände von 3 Tagen gegenüber den Daten der vorherigen Gruppe bewegen, früher liegen als die betreffenden Angaben bei Mahndorfer und Dippes Bordeaux- sowie Heines Japhet- und Wohltmanns grüne Dame-Weizen. Der Unterschied gegenüber der vorherigen Gruppe beträgt durchschnittlich 4 Tage. Mit einer weiteren Verspätung von 3—4 Tagen tritt das Ährenschieben bei der spätesten Gruppe, nämlich bei Heines Bordeauxweizen — und hier auch Hörnings Wohltmanns grüne Dame — bei Saat A ein. Bei Saat B sind die Unterschiede zwischen Heines Bordeaux- und den Weizen der vorhergehenden Gruppe, Dippes Bordeaux-, Heines Japhet-, Hörnings Wohltmanns grüne Dame und Peragis Sommerweizen geringer und betragen durchschnittlich 2 Tage. In der folgenden Saat stehen die Daten von Heines Bordeauxweizen wiederum allein; das Ährenschieben beginnt hier innerhalb des ganzen Bestandes durchschnittlich 3 Tage später als bei der vorhergehenden Gruppe, der neben Mahndorfer und Dippes Bordeauxweizen Hörnings Wohltmanns grüne Dame

angehört, der sich hier um 2 Tage langsamer entwickelte. Bei Saat D endlich sind die Daten von Mahndorfer Bordeaux- und Heines Japhetweizen unter den hier angeführten Beobachtungen die spätesten und liegen etwa 8 Tage später als die von Svalöfs Kolben- und Lohmanns galizischem Kolbenweizen. Die Daten für Peragis Sommerweizen liegen dazwischen und zwar etwa 3 Tage früher als Heines Japhet- und Mahndorfer Bodeauxweizen.

In entsprechender Weise setzte bei den verschiedenen Saaten und Sorten das Blühen zu verschiedenen Zeiten ein. In der Gruppe der beiden frühesten Sorten beginnt die Blüte entsprechend dem Ährenschieben am frühesten. Sie setzte (Saat A) bei Janetzkis frühem und Bensings allerfrühestem Sommerweizen 7 bzw. 6 Tage nach dem ersten Ährenschieben ein. Die erste Blüte wurde bei ersterem am 2. 7., die Hauptblüte zwischen dem 4. und 11. 7., im zweiten Fall am 30. 6. bzw. zwischen dem 1. und 8. 7. beobachtet; eine ähnliche Verschiedenheit bestand bereits im Einsetzen des Ährenschiebens, und zwar betrug der Abstand zwischen beiden Sorten 2—3 Tage (Saat A). Die folgende Gruppe, Lohmanns galizischer Kolben-, Svalöfs Extra-Kolben- und Svalöfs Kolbenweizen setzte, entsprechend ihrem späteren Ährenschieben, mit der Blüte am 4., bzw. 5. 7. ein, wobei zu bemerken ist, daß der Abstand zwischen dem Ährenschieben und der Blüte sich hier, wie auch bei den übrigen Sorten, verringert hat. Er beträgt in dem vorliegenden Falle 3—5 Tage. Ein deutlicher Vorsprung ist jedoch hier nicht mehr vor den übrigen Sorten festzustellen, mit Ausnahme von Heines Bordeauxweizen, der erst am 7. 7. mit der Blüte beginnt und dessen Hauptblüte zwischen dem 8. 7. und dem 14. 7. stattfindet. Ferner liegt die Zeitspanne für die Hauptblüte von Peragis Sommerweizen — zwischen dem 7. 7. und 14. 7. —, Hörnings Wohltmanns grüne Dame — zwischen dem 7. 7. und 15. 7. —, Stadlers weißspeligem Sommerweizen — zwischen dem 7. 7. und 13. 7. — sowie Heines Japhetweizen — zwischen dem 6. 7. und 14. 7. — etwas später als bei den übrigen Sorten. Ähnlich wie die letztgenannten Sorten verhalten sich auch Lohmanns galizischer Kolbenweizen — die Hauptblüte fand zwischen dem 6. 7. und 14. 7. statt — und Dippes Bordeauxweizen — mit der Hauptblühzeit zwischen dem 6. 7. und dem 14. 7. —; die Blüte der übrigen Sorten verläuft wie bei Svalöfs Extrakolben- und Svalöfs Kolbenweizen und dem Mahndorfer Bordeauxweizen 1—2 Tage früher.

Es muß hier noch eingefügt werden, daß die angeführten Daten nicht ein absolut genaues Bild von dem Ablauf der Blüte geben können, da ja die Blüte stoßweise mehrere Male am Tage stattfindet und es sich, je nach der Witterung, nicht leicht feststellen läßt, welche Ähren dabei jeweils neu zu blühen beginnen und bei welchen Ähren bereits Ährchen abgeblüht sind.

Bei der Saat B liegen die Verhältnisse ähnlich wie in dem soeben geschilderten Falle. Die Blüte setzt bei Janetzkis frühem Sommerweizen und Bensings allerfrühestem Sommerweizen 4—5 Tage vor der Mehrzahl der übrigen Sorten ein. Auch die Hauptblüte liegt bei beiden Sorten früher als bei den übrigen Sorten, und zwar 3—4 Tage, nämlich zwischen dem 5. 7. und dem 12. 7. Auch findet, wie übrigens bereits bei Saat A, die Blüte von Lohmanns galizischem Kolbenweizen 1 Tag später als bei den Svalöfschen Sorten statt. Von den übrigen Sorten findet bei Heines Bordeauxweizen, Stadlers weißspelzigem Sommerweizen, und Heines Japhetweizen die Blüte wiederum etwas später als bei den meisten Sorten statt. Die Hauptblüte setzt bei diesen drei Sorten am 9. 7. ein, d. h. um 1 Tag später, als bei Mahndorfer und Dippes Bordeauxweizen sowie Hörnings Wohltmanns grüner Dame und 2 Tage später als bei Svalöfs Extra-, Svalöfs Kolbenweizen und Peragis Sommerweizen, und zieht sich dementsprechend auch etwa 2 Tage länger hin.

Bei den folgenden Saaten C und D sind, entgegen den eben beschriebenen Verhältnissen die Unterschiede im Einsetzen sowie im Verlauf der Blüte größer. Bei Janetzkis frühem und Bensings allerfrühestem Sommerweizen setzt die Blüte am 6. 7., die Hauptblüte am 7. 7. ein und erstreckt sich bis zum 14. 7. (Saat C). 1 Tag darauf folgen Lohmanns galizischer Kolben-, Svalöfs Extra-kolben- und Svalöfs Kolbenweizen mit der Blüte. Bei ihnen erstreckt sich die Hauptblüte vom 9. 7. bis 17. 7. Dann folgt 3 Tage nach der ersten Blüte dieser Sorten die erste Blüte von Mahndorfer und Dippes Bordeaux-, Stadlers weißspelzigem und Peragis Sommerweizen sowie Heines Japhetweizen; die Hauptblüte setzt 1 Tag danach ein, d. h. am 11. 7. und dauert bis zum 17. 7. Bei Heines Bordeauxweizen und Hörnings Wohltmanns grüner Dame findet die Blüte später als bei den meisten beobachteten Sorten statt. Sie setzt bei ersterer am 12. 7., bei letzterer am 11. 7. ein. Die Hauptblüte stellt sich bei beiden Sorten zwischen dem 13. 7. und dem 20. 7. ein.

Bei Saat D treten die erwähnten Verschiedenheiten in noch stärkerem Maße hervor. Bensings allerfrühster Sommerweizen beginnt 3—4 Tage früher als die Weizensorten der nächst folgenden Gruppe, nämlich Lohmanns galizischer Kolbenweizen, Svalöfs Kolbenweizen. Die Hauptblüte setzt 3 Tage früher als bei diesen Sorten ein und ist etwa auch ebensoviel früher beendet. Mit einem großen Abstand folgen Peragis Sommerweizen, Heines Japhetweizen und Mahndorfer Bordeauxweizen, wobei die Blühdaten für den Mahndorfer Bordeauxweizen die spätesten darstellen. Bei Heines Japhetweizen fällt das Datum der ersten Blüte auf den 12. 7., das Datum der Hauptblüte auf den 13. 7., das Ende derselben auf den 21. 7., d. h. jedesmal 1 Tag früher als bei dem Mahndorfer Bordeauxweizen. Bei Peragis Sommerweizen fand die erste Blüte am 10. 7., die Hauptblüte am 11. 7. statt und zog sich bis zum 19. 7. hin. Diese Sorte war also mit ihrer Blüte etwa 2 Tage dem Heines Japhetweizen und 3 Tage dem Mahndorfer Bordeauxweizen voraus.

Während also in den frühen Wachstumsstadien noch keine oder nur geringe Entwicklungsunterschiede in den hier wiedergegebenen phänologischen Daten zum Ausdruck kommen, zeigen sich solche in den Daten für das Ährenschieben und Blühen. Auf Grund dieser Unterschiede lassen sich die einzelnen Sorten in Gruppen zusammenfassen; in die Gruppe der Sorten mit den frühesten Terminen, demnach der schnellsten Entwicklung: hierzu sind unter den hier beobachteten Sorten Bensings allerfrühster und Janetzki's früher Sommerweizen zu rechnen. Ihnen folgt die Gruppe mit Svalöfs Extrakolbenweizen, Svalöfs Kolbenweizen und Lohmanns galizischem Kolbenweizen; d. h. es handelt sich hier um Sorten, die vielfach [vgl. Becker (6) und Berkner (1)] als Xerophyten, besser aber, wie auch aus den Untersuchungen Arlands (2) folgt, als „kontinentale Typen“ bezeichnet werden. Dann folgt die hier umfangreiche Gruppe mit Mahndorfer und Dippes Bordeauxweizen, Stadlers weißspelzigem Sommerweizen, Heines Japhetweizen und Peragis Sommerweizen, und als letzte folgt die Gruppe der am langsamsten sich entwickelnden Sorten, wie Heines Bordeauxweizen und bei Saat A Hörnings Wohltmanns grüne Dame.

Es ist aber schon darauf hingewiesen worden, daß, soweit in den angeführten phänologischen Daten der Entwicklungsrhythmus der Pflanzen in Erscheinung tritt, Verschiedenheiten zum Ausdruck kommen, auf die bereits im Anschluß an andere Untersuchungen hingewiesen worden ist, und die ergaben, daß xerophile oder hier

besser kontinentale Typen bzw. Sorten nicht nur allgemein eine schnellere Entwicklung im Gegensatz zu den maritimen Sorten haben, sondern auch auf Außeneinflüsse schneller reagieren [vgl. Scheibe (74) und Schneider (80)]. Sie beschleunigen ihren Wachstumsablauf, wie sich hier zeigt, in Jahren, die reicher an Sonnenschein, dagegen ärmer an Niederschlägen sind, gegenüber niederschlagsreicheren Jahren, wie dies besonders deutlich bei Lohmanns galizischem Kolbenweizen und Svalöfs Kolbenweizen zum Ausdruck kommt. Aber auch in bezug auf die Nachwirkungen, die in besonderen Wachstumsperioden eintretende Änderungen in der Außenwelt verursachten, sind Unterschiede zwischen einzelnen Sorten festzustellen, die bei Saat B bei den Sorten Janetzkis früher Sommerweizen, Bensings allerfrühster Sommerweizen, Mahndorfer und Heines Bordeauxweizen, Stadlers weißspelziger Sommerweizen, bei Saat C bei den gleichen Sorten und außerdem bei Hörnings Wohltmanns grüner Dame Verzögerungen hervorriefen. Die Ursachen hierfür können, wenn wir mit Pirotta eine „empfindliche Periode“ annehmen, darin beruhen, daß die Saaten der betreffenden Sorten sich verschieden schnell entwickelten, und daß bei späterer Aussaat durch die nun dem kritischen Stadium des Schossens nähergerückte Kälteperiode in der Zeit zwischen dem 22. und 29. 5. die sich langsamer entwickelnden Sorten verschieden stark betroffen wurden; daß also die erwähnten Sorten weniger schnell nach Besserung der Witterungsverhältnisse die hemmenden Nachwirkungen wieder wett machten.

II. Gerste.

Auch hier lassen sich in den frühen Wachstumsstadien keine oder nur undeutliche Unterschiede im Verhalten der einzelnen Sorten an Hand der hier zusammengestellten Beobachtungsergebnisse erkennen. Vor allem gilt dies für das Auflaufen der Saaten. Sämtliche Sorten begannen bei Saat A zu gleicher Zeit, hatten ihren stärksten Zuwachs an täglich neu auflaufenden Pflanzen zu gleicher Zeit, und zwar etwa bis zum 7. 4. und waren ebenfalls gleichzeitig vollzählig aufgelaufen, und zwar am 12. bzw. 13. 4. Bei Saat B begann das Auflaufen am 9. bzw. 10. 4. Im weiteren Verlauf zeigen sich wie im vorhergehenden keine deutlichen Abweichungen. Das gleiche gilt auch für das Auflaufen der Saat C, wenn auch hier geringe Abweichungen im Datum des ersten Auflaufens zwischen den Sorten vorhanden sind. Es handelt sich

aber stets nur um geringe Prozentteile, die dazu kein regelmäßiges Bild ergeben, wie dies bei späteren Stadien zutrifft. Dagegen treten im Auflaufen der Saat D Unterschiede in Erscheinung. Die Beobachtungen bei dieser Saat lassen ein geringes Nachhinken der Sorten Heils und Strengs Frankengerste, Ackermanns Danubia, Mahndorfer Hanna-, Bensings und Nolčs und Dregers Imperialgerste hinter Heines vierzeiliger, Pflugs Intensiv-, Mittlauer Friedrichs Hanna und Nolčs und Dregers allerfrühster Sommergerste sowie Heines Goldthorpe erkennen. Bei diesen Sorten waren 50% sämtlicher Pflanzen des Bestandes durchschnittlich 1—1½ Tage später als bei der Mehrzahl der übrigen Sorten aufgelaufen; 50% der erwähnten früheren Sorten waren schon am 23. 4. mit der Koleoptile über der Erdoberfläche erschienen. Die Daten von Svalöfs Goldgerste fallen hier noch deutlicher aus dem Rahmen der gesamten Beobachtungen, indem 50% der Pflanzen erst 2—3 Tage nach der Mehrzahl der angebauten Gerstensorten, nämlich am 26. 4. das betreffende Stadium erreicht hatten.

Auch in dem Stadium des Schossens ließen sich kleine Unterschiede feststellen, die vor allem in dem ersten Einsetzen und den ersten Tagen danach bestehen. Bei Saat A setzte das Schossen innerhalb der Bestände bei den vierzeiligen Sommergersten, bei Proskowetz' Hanna-, Heils Franken-, Ackermanns Isaria und Danubia sowie Dippes und Rimpaus Hannagerste etwas früher ein, Svalöfs Goldgerste, Heines Goldthorpe, Mittlauer Friedrichs Hanna- und auch Strengs Frankengerste dagegen standen anfangs etwas zurück, und zwar 2 Tage (Strengs Frankengerste nur 1 Tag), während die Daten bei den übrigen Sorten Übergänge zwischen diesen beiden Gruppen darstellen. Bei Saat B war anfangs deutlich ein Vorsprung der vierzeiligen Gersten zu beobachten, der sowohl im Zeitpunkt des ersten Schossens als auch im weiteren Verlauf der Beobachtungen bestand; andererseits setzte bei Dippes und Mittlauer Friedrichs Hannagerste sowie Bensings Imperialgerste und Heines Goldthorpe das Schossen im Vergleich zu den meisten Sorten etwas langsamer ein. Bei Saat C tritt nur bei Mittlauer Friedrichs Hannagerste das Schossen etwas langsamer ein im Vergleich zu den meisten Sorten. Dazwischen liegen die Daten von Dippes, Rimpaus, Mahndorfer Hanna-, Pflugs Intensiv-, Nolčs und Dregers allerfrühster Sommergerste und Heines Goldthorpe. Bei Saat D lassen sich auch — unter der erwähnten Einschränkung, daß es sich hier um Schätzungen handelt — einige

Verschiedenheiten im Eintritt des Schossens aufweisen, indem im Vergleich zu Heines vierzeiliger Sommergerste das Schossen bei Svalöfs Goldgerste und Ackermanns Danubia später und langsamer eintrat, während die Daten für die übrigen Sorten dazwischen liegen bzw. zusammenfallen. Im ganzen betrachtet sind aber die genannten Unterschiede gering.

Besonders deutlich dagegen werden solche Unterschiede im Stadium des Ährenschiebens. Die beiden vierzeiligen Sorten begannen früher als die übrigen zu blühen, und zwar waren es bei Saat A 4—11 Tage, bei B 4—15 Tage, bei C 3—13 Tage und bei D 5—13 Tage, ein zeitlicher Unterschied in der Entwicklung, der auch durch den ferneren Verlauf der Beobachtungen bestätigt wird.

Um die Beobachtungen über den Verlauf des Ährenschiebens der zweizeiligen Gersten in übersichtlicher Weise betrachten zu können und damit leichter zu einer Beurteilung des Verhaltens verschiedener Typen zu gelangen, wird es sich empfehlen, zunächst eine Gruppierung vorzunehmen, die miteinander verwandte und aus ähnlichen Klimagebieten stammende Sorten zusammenfaßt. Auf diesem Wege ist dann zu erwarten, daß sich bei den vorliegenden Studien das ergibt, was nach den oben bereits mehrfach angeführten Arbeiten erwartet werden muß und worauf auch in den vorhergehenden Abschnitten hingewiesen werden konnte, nämlich, daß Sorten aus verschiedenen Klimagebieten und damit auch Sorten mit verschiedenem physiologischen Charakter auch einen verschiedenen Entwicklungsrhythmus haben, der in den phänologischen Daten seinen Ausdruck finden muß.

Innerhalb der umfangreichen Gruppe der *nutans*-Gersten werden hinsichtlich der Bedürfnisse, die sie vor allem an das Klima stellen, verschiedene Gruppen unterschieden. Berkner (1) unterscheidet deren drei und bezeichnet sie als: 1. Hygro-Mesophyten, 2. Mesophyten und 3. Xerophyten. Zur ersten Gruppe rechnet er Bethges Sommergerste II, Strengs Frankengerste, Mittlauer Friedrichs Hannagerste; zur Gruppe der „Mesophyten“ zählt er Ackermanns Isariagerste, Heines und Mahndorfer Hannagerste, Pflugs Intensivgerste, Svalöfs Goldgerste und Heils Frankengerste. Zu den „Xerophyten“ endlich gehören Ackermanns Danubia, Nolcs und Dregers Allerfrühste, Proskowetz', Dippes und Rimpaus Hannagerste.

Baumann (5) schlägt einen anderen Weg bei der Einteilung und Gruppierung der Gersten ein, nämlich den nach Abstammung

und Einbruchsgebiet. Danach sind Mahndorfer, Mittlauer Friedrichs, Rimpaus, Proskowetz' und Heines Hannagerste sowie Bethges II Sommergerste Zuchten aus Quassitzer bzw. Mährischer Hannagerste, Ackermanns Isaria und Danubia, Heils und Strengs Frankengerste Zuchten aus Oberbayern, Niederbayern, Ober-, Mittel- und Unterfranken sowie der Oberpfalz, Pflugs Intensivgerste endlich eine Zucht aus dem Saargebiet.

Faßt man hiernach besonders nahe verwandte Sorten zusammen, so findet man zunächst innerhalb der Hannagersten weitgehende Unterschiede, die sowohl im Zeitpunkt des ersten Ährenschiebens als auch im weiteren Verlauf des Eintritts dieser Phase zum Ausdruck kommen. Schon nach diesem Beispiel ist zu erwarten, daß Verschiedenheiten im Wachstumsrhythmus der Sorten in Erscheinung treten werden, die nicht nur auf den Eigentümlichkeiten des Klimarhythmus [vgl. Scharfetter (73)] der Heimat beruhen, sondern auch in der verschiedenen Beeinflussung durch die Züchtung ihre Ursache haben werden.

Bei Saat A begannen Proskowetz' und Heines Hannagerste unter den übrigen Hannagersten am frühesten, nämlich am 24. 6., die Ähren zu schieben. Im weiteren Verlauf der Beobachtungen geht die Entwicklung bei beiden Sorten einander parallel; 10 bis 15 % der Ähren sind am 27. bzw. 28. 6. frei, 30—35 % am 29. 6. bzw. 30. 6., 85 % am 2. bzw. 4. 7. Heines Hannagerste kommt dabei etwa $1\frac{1}{2}$ Tage später als Proskowetz' Hannagerste. Dippes, Rimpaus und Mahndorfer Hannagerste beginnen erst 4 Tage bzw. 3 Tage nach diesen beiden Sorten die Ähren zu schieben, die weiteren Beobachtungsergebnisse laufen bei diesen Sorten einander parallel, 80 % der Ähren sind am 5. bis 6. 7. geschoben. Rimpaus Hannagerste hatte nach den vorliegenden Daten während des Verlaufes des Ährenschiebens einen Vorsprung von 1 Tag erlangt. Eine Sonderstellung nehmen die Daten für das Ährenschieben von Mittlauer Friedrichs Hannagerste ein. Sie beginnt 5 Tage nach der Proskowetz' und Heines Hannagerste, 1—2 Tage nach den zuletzt genannten Hannagersten und behält im weiteren Verlauf des Ährenschiebens innerhalb des Bestandes diesen Abstand etwa bei. 80 % der Ähren sind am 7. 7. frei. Die Beobachtungen bei Bethges II Sommergerste verhalten sich, sowohl hinsichtlich des ersten Eintritts des Ährenschiebens wie auch des weiteren Verlaufes, wie die bei Mahndorfer und Dippes Hannagerste angestellten Beobachtungen. Sie beginnt gleichzeitig mit ihnen am 28. 6. mit

dem Ährenschieben, 15 % der Ähren haben dieses Stadium am 1. 7., 85 % am 6. 7. erreicht.

Auch die Beobachtungen bei der Saat B zeigen ein ähnliches Bild, wie es sich nach den Betrachtungen über die Saat A ergeben hatte. Proskowetz' und Heines Hannagerste beginnen am 24. 6., Dippes, Rimpaus und Mahndorfer Hannagerste 3—4 Tage später mit dem Ährenschieben. Dabei hatte Dippes Hannagerste einen kleinen Vorsprung von etwa 1 Tag gegenüber den beiden anderen, nämlich Rimpaus und Mahndorfer Hannagerste; 35 % der Ähren sind hier am 1. 7. frei, bei Rimpaus und Mahndorfer Hannagerste dagegen erst am folgenden Tage, dem 2. 7. Mittlauer Friedrichs Hannagerste beginnt am 29. 6., d. h. 1 Tag später als Rimpaus und Mahndorfer Hannagerste; auch im weiteren Verlauf des Ährenschiebens bleibt der Abstand deutlich. Bethges Sommergerste II dagegen verhält sich wie die drei vorhergenannten Hannagersten.

Die beiden letzten Saaten C und D lassen Ähnliches erkennen. Heines und Proskowetz' Hannagerste beginnen unter Aussaattermin C 3 bzw. 6 Tage vor den übrigen Hannagersten mit dem Ährenschieben. Mittlauer Friedrichs Hannagerste schiebt die Ähren diesmal bedeutend später, nämlich 3 Tage nach Dippes Hannagerste, und behält auch diese Differenz in ihrem Entwicklungsverlauf bis zum Ende der Beobachtungen bei. Unter der Gruppe der drei Hannagersten: Rimpaus, Dippes und Mahndorfer Hannagerste ist nun aber gegenüber den vorigen Ausführungen eine Umstellung eingetreten, die darin besteht, daß nun Mahndorfer Hannagerste 2 Tage früher als Rimpaus und 3 Tage früher als Dippes Hannagerste mit dem Ährenschieben beginnt und diesen Vorsprung in der Entwicklung im weiteren Verlaufe auch nahezu behält. Bethges Sommergerste II verhält sich ähnlich wie Rimpaus Hannagerste.

Besonders deutlich wird der Unterschied im Entwicklungsverlauf von Mittlauer Friedrichs Hannagerste und den übrigen Hannagersten in den Beobachtungsdaten der Saat D. Proskowetz' Hannagerste begann hier am 27. 6. die Ähren zu schieben, Mittlauer Friedrichs Hannagerste dagegen erst am 2. 7., also 5 Tage später. Auffallend ist hier die Ähnlichkeit zwischen dem Verhalten von Mahndorfer und Proskowetz' Hannagerste.

Die Daten der Saaten A und B der beiden Frankengersten lassen Unterschiede im Entwicklungsang nicht erkennen. Saat A beginnt am 25. 6., ebenso Saat B, die weiteren täglichen Beob-

achtungen weisen keine Änderung in diesem Verhältnis auf. Dagegen verschiebt sich das Verhältnis der beiden Sorten zueinander bei Saat C, wo Strengs Frankengerste 3 Tage, bei Saat D 1 Tag später als Heils Frankengerste die Ähren schiebt. Auffällig ist, daß hier Heils Frankengerste sogar vor Proskowetz' Hannagerste steht.

Hinsichtlich ihrer Abstammung stehen ihnen die beiden Ackermannschen Züchtungen Danubia und Isaria nahe, deren Grundlage eine niederbayrische Landgerste bildet. In der Tat zeigen auch diese beiden Sorten bei Saattermin A und B keine deutlichen Unterschiede in der Entwicklung. Es läßt sich bei letzterem lediglich ein leichtes anfängliches Vorseilen der Frankengersten feststellen. Untereinander verhalten sich die Daten der beiden erwähnten Züchtungen gleich. Dasselbe gilt hinsichtlich ihres Verhaltens auch für die Saaten C und D. Bei Saat C liegen sie zwischen den beiden Frankengersten.

Bei den vorliegenden Beobachtungen entwickelte sich Pflugs Intensivgerste langsamer als die zuletzt besprochenen Sorten. Saat A begann am 29. 6., d. h. 2 Tage später als Ackermanns Danubia, die Ähren zu schieben und behielt diesen Abstand auch im weiteren Verlaufe bei, Saat B begann ebenfalls 2 Tage später und blieb im ferneren Verlaufe der Beobachtungen hinter Ackermanns Danubia zurück, Saat C begann am gleichen Tage wie Ackermanns Danubia. Die weiteren Daten deuten aber ebenfalls auf ein Nachhinken in der Entwicklung, und zwar um 1 Tag, hin. Saat D endlich verhielt sich im Vergleich zu den vorhergehenden insofern abweichend, als hier Pflugs Intensivgerste früher als Ackermanns Danubia mit dem Ährenschieben begann; im weiteren Verlaufe der Beobachtungen aber ist ein solcher Vorsprung nicht mehr deutlich zu erkennen.

Aus der Gruppe der *nutans*-Gersten bleiben danach noch Nolčs und Dregers allerfrüheste Sommergerste und Svalöfs Goldgerste übrig. Saat A beginnt bei beiden Sorten mit dem Ährenschieben am 26. 6., Saat B am 27. 6., Saat C am 2. 7. und Saat D am 26. 6., d. h. unter den drei ersten Saatterminen 1 Tag später als Heils Frankengerste, im letzten Falle dagegen 2 Tage früher. Was den weiteren Verlauf der Beobachtungen anlangt, so gehen die Daten von Svalöfs Goldgerste denen von Strengs Frankengerste parallel. Nolčs und Dregers allerfrüheste Sommergerste dagegen entspricht hinsichtlich ihres ersten Ährenschiebens wie auch des

weiteren Verlaufes des Eintretens dieser Phase innerhalb ihres Bestandes mehr den Ackermannschen Züchtungen. Saat A begann mit dem Ährenschieben am 26. 6., 35 % waren frei am 30. 6. Saat B begann am 27. 6., 30 % waren frei am 30. 6. Bei Saat C fand das erste Ährenschieben am 29. 6. statt, 30 % waren am 4. 7. frei.

Auch unter den Imperialgersten lassen sich deutlich Verschiedenheiten in der Zeit des ersten Ährenschiebens und der Daten über das Einsetzen dieses Stadiums innerhalb des Bestandes erkennen. Das früheste Datum weist Nolčs und Dregers Imperialgerste auf. Sie beginnt 7 Tage früher als Bensings Imperialgerste (unter Aussaattermin B) und 9 Tage früher als Heines Goldthorpe, bei Saat C 9 Tage früher als Bensings Imperialgerste und 8 Tage früher als Heines Goldthorpe, bei Saat D endlich 4 Tage früher als Bensings Imperialgerste und 6 Tage früher als Heines Goldthorpe mit dem Ährenschieben. Bis auf Saat C zeigen die Beobachtungen über den Verlauf des Eintritts dieser Phase Heines Goldthorpe deutlich an letzter Stelle¹⁾.

Wie schon angedeutet, verhielten sich die einzelnen Sorten unter verschiedenen Witterungsverhältnissen, besonders in den frühen Wachstumsstadien, verschieden. Namentlich verzögerte sich unter dem Aussaattermin C der Entwicklungsverlauf bei einer Reihe von Sorten, wie Heils und Strengs Frankengerste, Proskowetz' und Heines Hannagerste, Svalöfs Goldgerste, den drei Imperialgersten und den beiden vierzeiligen Sommergersten. Bei anderen Sorten war eine solche Verzögerung nicht, ja sogar eine Beschleunigung des Wachstums festzustellen, so bei Rimpaus und Mahndorfer Hannagerste, Pflugs Intensivgerste. Bei Ackermanns Isaria und Danubia, Dippes Hanna, Bethges Sommergerste II war die Verzögerung im Vergleich zu den zuerst genannten Sorten nur gering. Dagegen zeigt die Saat D von Heines vierzeiliger Sommergerste gegenüber der Saat A eine Verzögerung in der Gesamtentwicklung, während sich Strengs Frankengerste und Heines Goldthorpe wie bei Saat A entwickeln, Nolčs und Dregers allerfrüheste, Mittlauer Friedrichs Hannagerste eine geringe, die übrigen Sorten dagegen eine sehr deutliche Beschleunigung des Wachstums unter den Wachstumsbedingungen der Saat D erfahren haben.

¹⁾ Heines Goldthorpe steht also hinsichtlich ihrer Entwicklung im Verlaufe der Beobachtungen (vgl. auch Saat A) an letzter Stelle, während Bensings Imperialgerste in dieser Gruppe eine Mittelstellung einnimmt.

Diese interessante Erscheinung lenkt das Augenmerk auf die früher schon erwähnte Ursachengruppe, die einmal in der Witterung während der kritischen Periode des Schossens und andererseits im Witterungsverlauf während der zwischen Schossen und Ährenschieben liegenden Periode beruhen, und die in Wechselbeziehung steht zu der anatomisch-physiologischen Struktur der einzelnen Typen. Denn betrachten wir wieder jede Gruppe für sich, so stehen sich die Daten physiologisch verschieden gearteter Sorten gegenüber. Unter den Hannagersten gilt Proskowetz' Hannagerste [vgl. Becker (6), Berkner (1)] für eine „xerophile“, Mittlauer Friedrichs Hannagerste für eine „hygrophile“ Sorte. Zwischen den Daten dieser beiden Sorten bewegen sich diejenigen für die übrigen Hannagersten, wobei im vorliegenden Falle leichte Übergänge zwischen den beiden extremen Sorten festgestellt werden müssen. Dippes und Rimpaus Hannagerste werden als „Xerophyten“, Heines und Mahndorfer Hannagerste als „Mesophyten“ angesehen. — Es braucht hier nicht noch einmal auf die obige Bemerkung hingewiesen zu werden, daß es besser erscheint, sie mit „kontinental“ und „maritim“ zu bezeichnen. — Nach den hier gemachten und dargelegten Beobachtungen zeigte aber Heines Hannagerste größere Ähnlichkeit in ihrem Entwicklungsverlauf mit Proskowetz' Hannagerste, während andererseits Dippes und Rimpaus Hannagerste in ihrem Entwicklungsverlauf der Mahndorfer Hannagerste und Bethges II Sommergerste näherstehen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den übrigen Gruppen, so zwischen Heils und Strengs Frankengerste, von denen erstere zu den „mesophilen“, letztere zu den „hygrophen“ Gersten zählt; und bei Saat D sich etwas schneller entwickelte, während zwischen der „xerophilen“ Ackermanns Danubia und der „mesophilen“ Ackermanns Isaria solches bei den vorliegenden Beobachtungen nicht zum Ausdruck kam. Aber auch unter den Imperialgersten bestehen Verschiedenheiten, wobei Nolcs und Dregers Imperialgerste, d. i. eine böhmische Züchtung, und Heines Goldthorpe, eine Züchtung aus einer englischen Sorte, sich gegenüberstehen.

Stets zeigt hier der kontinentale Typ gegenüber dem maritimen Neigung zu einem schnelleren Ablauf der Gesamtentwicklung. Die Verschiedenheit im Verhalten der verschieden gearteten Typen scheint aber nicht nur in dieser Tatsache zum Ausdruck zu kommen. Vielmehr scheint auch die von Scheibe bereits erwähnte verschiedene Reaktionsgeschwindigkeit vor allem auf Einflüsse, die

sich in „kritischen“ Wachstumsstadien geltend machen, mit der verschiedenen physiologischen Struktur der Pflanze in Zusammenhang zu stehen. So war das Wachstum der „xerophilen“ Proskowetz' Hannagerste und Ackermanns Danubia, sowie der „mesophilen“ Heils Frankengerste, Svalöfs Goldgerste, Mahndorfer Hannagerste und Pflugs Intensivgerste in dem oben näher gekennzeichneten Jahre 1928 stets beschleunigt, im Gegensatz zu den „hygrophilen“ Strengs Franken-, Mittlauer Friedrichs Hannagerste und Heines Goldthorpe. Bemerkenswert ist auch, daß die allgemein als „hygrophil“ angesprochenen Imperialgersten Verschiedenheiten aufweisen, die darin bestehen, daß die Sorten mit frühem Einsetzen des Ährenschiebens auch eine stärkere Beschleunigung ihrer Wachstumsvorgänge in dem an sonnigen und warmen Tagen reicheren Jahre 1928 erfahren haben. So stehen Nolcs und Dregers Imperialgerste der sich langsam entwickelnden und auch 1928 nicht beschleunigt wachsenden Heines Goldthorpe gegenüber.

Zieht man zuletzt noch einen Vergleich zwischen dem Ablauf der Blüte bei den verschiedenen Sorten, so treten auch hier Verschiedenheiten in Erscheinung, die in gleicher Linie mit den eben gezeichneten stehen. Von allen Sorten und Saaten setzt die Blüte bei Heines und Hohenfinower vierzeiliger Sommergerste am frühesten ein; bei Saat A erfolgt dies am 20. 6., der Höhepunkt liegt zwischen dem 23. 6. und 3. 7. bzw. 4. 7. Bei Saat B beginnt die Blüte ebenfalls am 20. 6., der Höhepunkt liegt hier zwischen dem 23. 6. und 1. 7. Bei Saat C tritt die erste Blüte am 24. 6. bzw. 26. 6. ein mit dem Höhepunkt zwischen dem 28. 6. und 5. 7. Saat D endlich beginnt am 25. 6. zu blühen, der Höhepunkt der Blüte liegt hier zwischen dem 27. 6. und 5. 7. Danach folgen bei Saat A die Daten für die Blüte von Nolcs und Dregers allerfrühester Sommergerste mit einem Abstand von 1—2 Tagen. Der Beginn der Blüte fällt auf den 22. 6., die Hauptblüte auf die Tage zwischen dem 24. 6. und 3. 7. Bei Saat B beträgt der Abstand 4 Tage, die Blüte setzt am 24. 6. ein, die Hauptblüte findet statt zwischen dem 26. 6. und 3. 7. Unter Saattermin C beginnt diese Sorte am 29. 6. zu blühen, die Hauptblüte fällt zwischen den 1. 7. und 7. 7. Bei Saat D aber fallen die einzelnen Daten mit Heines vierzeiliger Sommergerste zusammen. Die Blühdaten der meisten übrigen Sorten zeigen große Ähnlichkeit untereinander. Bei Saat A beginnt Proskowetz' und Heines Hannagerste zu gleicher Zeit mit Heils Franken-, Strengs Franken- und Mahndorfer Hannagerste zu blühen, nämlich

am 23. 6., das sind 3 Tage nach den beiden vierzeiligen Gersten. Svalöfs Gold-, Ackermanns Danubia-, Dippes und Rimpaus Hannagerste folgen am 24. 6.; die Hauptblüte dieser Sorten liegt übereinstimmend zwischen dem 25. 6. und dem 3. bzw. 4. 7. Am spätestens tritt die Blüte bei Pflugs Intensiv- und Mittlauer Friedrichs Hannagerste ein. Im ersteren Fall beginnt die Blüte am 26. 6., die Hauptblüte am 28. 6. und erstreckt sich bis zum 5. 7.; im zweiten Falle beginnt sie am 28. 6., die Hauptblüte liegt hier zwischen dem 30. 6. und 6. 7. Zwischen den beiden Sorten liegt also ein zeitlicher Abstand von 2 Tagen bei Saat A und ein Abstand von 3 bzw. 5 Tagen zwischen ihnen und der Mehrzahl der übrigen Sorten. Diese Verhältnisse bleiben auch in ähnlicher Form bei Saat B bestehen. Proskowetz' und Heines Hannagerste folgen wiederum 3 Tage nach den vierzeiligen Sommergersten; Dippes, Rimpaus, Mahndorfer Hanna-, Heils und Strengs Franken- und hier auch Nolcs und Dregers allerfrüheste Sommergerste beginnen mit der Blüte einen weiteren Tag später. Es folgen darauf die Daten von Svalöfs Gold-, Ackermanns Danubia, Bethges Sommergerste II. Die Daten von Pflugs Intensiv- und Mittlauer Friedrichs Hannagerste folgen am Schluß sämtlicher Sorten und zwar mit einem Abstand von 1—2 Tagen bei Pflugs Intensiv- und Mittlauer Friedrichs Hannagerste gegenüber den zuletzt erwähnten Sorten. Bei Saat C fallen die Blühdaten von Proskowetz', Heines, Dippes, Rimpaus Hanna-, Heils Franken-, Ackermanns Isaria-, Bethges II zusammen mit Nolcs und Dregers allerfrühester Sommergerste. 3 Tage später liegen diejenigen von Strengs Franken-, Ackermanns Danubia-, Mahndorfer Hanna- und Pflugs Intensivgerste mit einem Abstand von 4 Tagen gegenüber den betreffenden Daten der vierzeiligen Gersten. An letzter Stelle stehen hier die Daten von Svalöfs Goldgerste und Mittlauer Friedrichs Hannagerste die 5 bis 6 Tage hinter den beiden vierzeiligen Gersten folgen.

Bei Saat D sind die Verschiedenheiten im Verlauf der Blüte bei den *nutans*-Gersten entgegen den eben geschilderten Fällen und auch die Unterschiede zwischen dem Einsetzen der Blüte bei diesen und den vierzeiligen Sommergersten gering. Vergleicht man die Daten untereinander, so fällt lediglich Mittlauer Friedrichs Hannagerste deutlich aus dem Rahmen der beobachteten Sorten, indem ein Abstand von 4 bzw. 5 Tagen zwischen der Blüte dieser Sorte und derjenigen der übrigen Sorten liegt. Bei Svalöfs Goldgerste, Mahndorfer Hannagerste und Ackermanns Danubia setzt

die Hauptblüte nach den vorliegenden Beobachtungen etwas langsamer als bei der Mehrzahl der Sorten ein und zwar mit einer Verspätung von etwa einem Tag.

Auffallend ist, daß in den Daten der Blüte der Unterschied zwischen den vierzeiligen und den *nutans*-Gersten geringer geworden ist. Im übrigen aber bleiben die vorher im Ährenschieben gekennzeichneten Unterschiede bestehen, wenn auch im Datum der Blüte durchschnittlich eine Verfrühung eintritt, die um so größer ist, je später das Ährenschieben einsetzte.

III. Hafer.

Die Verschiedenheiten, die wir auch im Verhalten der Hafer-sorten nach den obigen Betrachtungen erwarten dürfen, sind im Stadium des Auflaufens und Schossens wie bei den übrigen Getreidearten noch sehr gering. Die Daten über den ersten Eintritt dieser Phasen lassen eine bestimmte Tendenz im Verhalten der verschiedenen Typen in den frühen Wachstumsstadien noch nicht erkennen. Erst das Stadium des Rispschiebens läßt Unterschiede im Wachstumsverlauf deutlich werden.

Mit dem Auflaufen begannen sämtliche Sorten unter Aussaat-termin A am 1. bzw. 2. 4. Das weitere Auflaufen erfolgte bei allen Sorten gleichsinnig, wenn auch die Daten einiger Sorten, wie z. B. Dr. Kaufmanns Weißhafer, Streckenthiner Weißhafer II anfangs etwas hinter den übrigen Daten zurückblieben oder wie Lohmanns Weender Duppauer Hafer im ganzen Verlauf der Beobachtungen von den übrigen Sorten übertroffen wurden.

Bei Saat B sind durch die Daten gewisse Unterschiede angedeutet, die im Anfang auf ein schnelleres Auflaufen von Svalöfs Ligowo-, v. Kalbens Vienauer, Hörnings Weißhafer und Friedrichswerther Berghafer hindeuten, während andererseits die Daten von Pflugs und Leutewitzer Gelb- und Janetzki's Weißhafer sowie Salz-münder Echohafer anfangs hinter den Daten der übrigen Sorten um etwa 1 Tag zurückblieben. Auch bei Saat C kommen noch gewisse Unterschiede in den Aufzeichnungen über das Auflaufen zum Ausdruck. So bleiben die Daten für Pflugs Gelbhafer hinter denen der übrigen Sorten zurück, während Svalöfs Ligowo-, v. Kalbens Vienauer und Beseler II Hafer den übrigen Daten etwa um 1 Tag voran sind. Bei Saat D endlich setzte bei v. Kalbens Vienauer innerhalb des Bestandes das Auflaufen etwas schneller als bei den meisten anderen Sorten ein.

Es wäre möglich, daß diese Verschiedenheiten mit der verschiedenen Herkunft der Sorten in Zusammenhang zu bringen sind. Um diese Frage genügend klären zu können, sind aber weitere Versuche und Beobachtungen notwendig.

Auch die Ergebnisse über das Schossen lassen nur geringe Unterschiede erkennen. Sie sind undeutlich bei Saat A; bei Saat B übertreffen Dippes Überwinder, Kirsches und Dr. Kaufmanns Weißhafer sowie Beseler II die übrigen Hafersorten. 45% aller Pflanzen haben hier bereits am 23. 5. geschoßt, bei den anderen Sorten tritt dagegen dieses Stadium erst am folgenden, bzw. übernächsten Tage ein. Was aber auch für das Schossen der beiden folgenden Saaten C und D gesagt werden kann, gilt im allgemeinen hier für das Auflaufen und Schossen: in den frühen Wachstumsstadien waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Beständen nur undeutlich und ließen ein für die einzelnen Sorten charakteristisches Verhalten nicht mit der genügenden Genauigkeit erkennen.

Auch hier wird es sich bei der weiteren Betrachtung empfehlen, die Sorten zunächst in gesonderten Gruppen zu betrachten und zwar wiederum in ihrer Abstammung sich besonders nahestehende Sorten zusammenzufassen. Teilt man mit Baumann (5) die hier beobachteten Hafersorten nach Abstammung und Einbruchsgebiet ein, so muß man zwischen Weiß- und Gelbhafern unterscheiden und innerhalb dieser beiden Gruppen wieder Untergruppierungen vornehmen. Zu den Hafern aus Küstengebieten müssen danach gezählt werden: Beseler II und Friedrichswerther Berghafer, Abkömmlinge aus dem Probsteier Gebiet, Lüneburger Kleyhafer (Kleykönig), der von der gleichnamigen Landsorte abstammt, Streckenthiner Weißhafer II, ein Hafer aus dem Küstengebiet der Ostsee. Zur Gruppe der Weißhafer aus kontinentalem Gebiet zählen Strubes Schlanstedter Weiß-, Dippes Überwinder- und Kraffts rheinischer Weißhafer. Als letzte Gruppe folgen die Weißhafer aus Gebirgsgegenden Böhmens, Sachsens, des Fichtelgebirges und der Pyrenäen: Lohmanns Wender Duppauer, Hörnings Weiß-, Endreß Franken- und v. Kalbens Vienauer Hafer. Unter den Gelbhafern sind es zwei Gruppen. Zu den Kontinentalhafern zählen Kirsches, Kraffts rheinischer und v. Lochows Petkuser, zu den Zuchten aus Gebirgs- hafern: Leutewitzer, Hörnings, Pflugs Gelb- und Pflugs Frühhafer.

Vom Leutewitzer Gelbhafer stammen Pflugs Früh-, Pflugs Gelb- und Hörnings Weißhafer ab [vgl. Baumann (5), Becker (6) und Berkner (1)]. d. h. es handelt sich bei diesen Sorten um

Zuchten aus einem Gebirghafer. Trotzdem lassen die Daten erkennen, daß die genannten Sorten sich in ihrem Entwicklungsgang voneinander unterscheiden. Am frühesten tritt, wie die Beobachtungen erkennen lassen, das Rispenschieben bei Pflugs Frühhafer ein. Saat A begann die Rispen zu schieben am 1. 7., Saat B am 3. 7., Saat C am 6. 7. und Saat D am 2. 7. Saat A war nach dem weiteren Verlauf der Beobachtungen dem Pflugs Gelbhafer um 3 Tage und Hörnings Weißhafer um 6 Tage voraus, Saat B um 2 bzw. 3 Tage, Saat C um 1 bzw. 5 Tage und endlich Saat D um 3 Tage (Pflugs Gelbhafer). Auch hier zeigt also der „xerophile“ Typ [Becker (6) und Berkner (1)] einen bedeutenden Vorsprung in der Entwicklung. Zwischen Pflugs Frühhafer und Hörnings Weißhafer bewegen sich die Daten von Pflugs Gelbhafer, einem „Mesophyten“ [vgl. Berkner (1)].

Den eben betrachteten Sorten stehen der von einem sächsischen Gebirghafer sich herleitende Leutewitzer Gelbhafer und Endreß Frankenhafer, ein Abkömmling des Fichtelgebirghafers, nahe. Nach der Einteilung Baumanns (5) müssen außerdem Lohmanns Weender Duppauer, die Züchtung aus einer Duppauer, d. h. böhmischen Landsorte, und die beiden Abkömmlinge des Ligowohafers, Svalöfs Ligowo- und v. Kalbens Vienaer Hafer hier besprochen werden.

Die Daten von Leutewitzer Gelb-, Lohmanns Weender Duppauer und Endreß Frankenhafer liegen zwischen den für Pflugs Gelb- und Hörnings Weißhafer aufgezeichneten Beobachtungen. Von Leutewitzer Gelbhafer schiebt Saat A die Rispen 2 Tage, Saat B 1—2 Tage und Saat C 4 Tage später als Pflugs Gelbhafer; bei Lohmanns Weender Duppauer Hafer sind es unter Aussaattermin A 2 Tage, unter Saattermin B 1 Tag und C 3 Tage. Endreß Frankenhafer endlich bleibt mit seinem Rispenschieben anfangs hinter Pflugs Gelbhafer um 1 Tag (Saat D) zurück.

Von den beiden noch verbleibenden Sorten, Svalöfs Ligowo- und v. Kalbens Vienaer Hafer läßt sich folgendes feststellen: unter Aussaattermin A beginnen sie 2 bzw. 3, unter Saattermin B 3 bzw. 2 Tage und endlich unter Saattermin D 1 Tag später als Pflugs Frühhafer. Im Verlaufe der Beobachtungen verhielten sie sich mit ihrem Rispenschieben ähnlich wie Pflugs Frühhafer; sie folgten ihm unter Saattermin A um 1 Tag, B durchschnittlich 1 Tag, C ebenfalls 1 Tag und Saat D (anfangs) wiederum um 1 Tag später.

Vom Miltonhafer, d. h. einer aus Amerika stammenden Weißhafersorte, leiten sich die bei den vorliegenden Untersuchungen

verwendeten Kirsches Gelb-, Svalöfs Goldregen-, Svalöfs Sieges-, Strubes Schlanstedter Weiß- und, als Veredlungszüchtung aus dem Svalöfs Siegeshafer, Dippes Überwinder-Hafer ab. Die Daten von Svalöfs Goldregenhafer bewegen sich zwischen denen von Pflugs Gelbhafer und Hörnings Weißhafer. Saat A schiebt die Rispen 2 Tage später als Pflugs Gelbhafer und 1 Tag früher als Hörnings Weißhafer; bei Saat B sind es 2 bzw. 1 Tage, um die das Datum des ersten Rispenschiebens sich bei den beiden erwähnten Sorten unterscheidet; bei Saat C liegt es 4 Tage hinter dem von Pflugs Gelbhafer und fällt mit den Daten für das Rispenschieben von Hörnings Weißhafer nahezu zusammen. Bei Saat D endlich erfolgt dieses Stadium etwa zusammen mit Pflugs Gelbhafer.

Svalöfs Siegeshafer und Dippes Überwinder-Hafer, deren Daten untereinander sehr viel Ähnlichkeit aufweisen, begannen mit dem Rispenschieben unter Aussaattermin A am 6. 7., unter Termin B am 7. 7., C am 9. bzw. 10. 7. und D am 6. 7. 15% der Rispen waren bei den Saaten der verschiedenen Sorten zu gleicher Zeit frei, so unter Saattermin A am 9. 7., C am 12. 7. und D am 7. 7.; d. h. auch sie bewegen sich zwischen den Beobachtungen für Pflugs Gelb- und Hörnings Weißhafer. Ebenso wie die betrachteten Sorten verhielt sich auch Strubes Schlanstedter Weißhafer. Saat A schob in Übereinstimmung mit diesen die Rispen 2 Tage später als Pflugs Gelbhafer. Saat C wich in ihrem Entwicklungsverlauf insofern von Svalöfs Sieges- und Dippes Überwinder-Hafer ab, als hier der Abstand von Pflugs Gelbhafer 2 Tage betrug, während die beiden anderen Sorten 3 Tage nach diesem die Rispen schoben.

Die Daten von Kirsches Gelbhafer endlich zeigen, daß dieser sich im Vorliegenden ähnlich wie Pflugs Gelbhafer verhielt. Das Rispenschieben verlief bei Saat A ebenso wie bei diesem, Saat B war anfangs um 1 Tag zurück, das erste Rispenschieben trat am 7. 7. ein, und 10—15% der Rispen waren am 9. 7. frei, während die entsprechenden Daten bei Pflugs Gelbhafer der 6. 7. bzw. 8. 7. waren. In Saat C endlich verlief bei beiden Sorten das Rispenschieben gleichmäßig.

Aus der Gruppe der aus kontinentalem Klima stammenden Gelb- und Weißhafersorten verbleibt noch [vgl. Baumann (5)] v. Lochows Petkuser Gelbhafer, der Abkömmling einer märkischen Landsorte, sowie Krafft's rheinischer Weiß- und Gelbhafer, Züchtungen, deren Grundlage eine rheinische Landsorte bildet. Die beiden letzteren unterscheiden sich nicht sehr wesentlich von

Pflugs Gelbhafer. Kraffts rheinischer Gelbhafer schob die Rispen gleichverlaufend mit Pflugs Gelbhafer unter den Saatterminen A und B. Nur bei Saattermin C blieb er etwas hinter diesem — etwa 1 Tag — zurück. Saat D von Kraffts rheinischem Weißhafer verhielt sich ebenfalls wie Pflugs Gelbhafer. Auch v. Lochows Petkuser Gelbhafer verhielt sich, was die Saaten B und C anlangt, wie Pflugs Gelbhafer. Unter Saattermin A dagegen schob er die Rispen durchschnittlich 2 Tage früher als dieser.

Vom Anderbecker Hafer stammen Beseler II und III- und Friedrichswerther Berghafer ab. Nach Baumann (5) gehören sie zur großen Gruppe der Hafersorten aus dem Küstenklima. Im Verlaufe der vorliegenden Beobachtungen traten deutliche Unterschiede im Entwicklungsgang dieser drei Sorten in Erscheinung, die darin beruhen, daß Beseler Hafer III, wie sowohl die Daten über das erste Rispenschieben als auch die weiteren Beobachtungen erkennen lassen, den beiden letzteren Sorten in der Entwicklung vorseilt. Beseler Hafer II und Friedrichswerther Berghafer gehören, sowohl in dieser Gruppe als auch unter den hier vorliegenden Hafersorten, zu den Sorten, bei denen das Rispenschieben am spätesten einsetzt. So begann das Rispenschieben bei Beseler Hafer III bereits am 6. 7. (A), 6. 7. (B) und 8. 7. (C). Im Gegensatz dazu setzte dieses Stadium bei Beseler Hafer II am 9. 7. (bei A) und am 12. 7. (bei Saat C), bei Friedrichswerther Berghafer am 9. 7. (bei A), 10. 7. (bei B) und 14. 7. (bei C) ein: im weiteren Verlaufe der Beobachtungen waren Beseler II und Friedrichswerther Berghafer gegenüber Beseler Hafer III bei Saat A um 2 Tage, bei Saat B (Friedrichswerther Berghafer) 2 Tage, bei Saat C endlich 3 Tage (Beseler II) bzw. 5 Tage (Friedrichswerther Berghafer) in ihrer Entwicklung zurück.

Unter den folgenden Sorten: Kirsches Weißhafer, dem Abkömmling des Probsteier Hafers, Streckenthiner Weißhafer II, dem Abkömmling des Wobesder Hafers, Lüneburger Kleyhafer (Kleykönig), dem Abkömmling der gleichnamigen Lüneburger Landsorte sowie Salzmünder Echo-, Dr. Kaufmanns Weiß- und Janetzkis Weißhafer nimmt der Lüneburger Kleyhafer, wie unter den aus dem maritimen Klima stammenden Haferzüchtungen überhaupt, eine Sonderstellung ein. Diese beruht darin, daß er mit seinem Entwicklungsgang nicht unbedeutend den anderen Sorten dieser Gruppe vorseilt. Dies ergibt sich wiederum sowohl aus dem Datum für das erste Rispenschieben wie auch für den Verlauf,

mit dem diese Phase in den Beständen eintritt. Im Vergleich zu dem sich in dieser Gruppe am schnellsten entwickelnden Beseler Hafer III beginnt er mit dem Rispenschieben bei Saat A am gleichen Tage. Die weitere Beobachtung zeigt aber einen Vorsprung von 1 Tag vor letzterem. Unter Aussaattermin D gehört er zu den am schnellsten sich entwickelnden Sorten. Er beginnt mit dem Rispenschieben bereits am 3. 7. und erreicht mit 30% sämtlicher Rispen des Bestandes diese Phase etwa am 6. 7., d. h. gleichzeitig mit v. Kalbens Vienauer Hafer. Nur die Saat C fällt aus dem Rahmen des Bildes, das sich nach den eben gemachten Schilderungen ergibt. Hier entwickelte sich Lüneburger Kleyhafer, wohl infolge der oben bereits öfter erwähnten Änderung der Witterung in der Zeit zwischen dem 22. und 29. 5. 27 langsamer als Beseler Hafer III. Er begann 4 Tage später mit dem Rispenschieben und behielt bei den weiteren Beobachtungen einen Abstand von 3 Tagen ähnlich dem Leutewitzer Gelbhafer, der gleichzeitig mit ihm am 12. 7. mit dem Rispenschieben beginnt und ebenfalls zu gleicher Zeit am 4. 7. 30—40% freie Rispen aufweist.

Ähnlich wie Beseler Hafer II verhielten sich die Saaten des Streckenthiner Weißhafers II. Saat A ist diesem in der Entwicklung durchschnittlich 2 Tage voraus, Saat C dagegen entwickelt sich mit ihm gleichlaufend; die Beobachtungsergebnisse fallen somit bei Saat A mit denen von Kirsches Weißhafer zusammen. Saat C von Kirsches Weißhafer dagegen übertrifft ihn um 2 Tage. Unter Aussaattermin A beginnt Kirsches Weißhafer am 7. 7., Streckenthiner Weißhafer II am 6. 7., Lüneburger Kleyhafer (Kleykönig) am 6. 7. und Beseler Hafer II am 9. 7. Im weiteren Verlauf der Beobachtungen eilt Kirsches Weißhafer dem Beseler II um etwa 2 Tage in der Entwicklung voraus und bleibt etwa 1 Tag hinter Lüneburger Kleyhafer zurück. Saat C beginnt bei Kirsches Weißhafer am 10. 7., d. h. 2 Tage früher als bei Lüneburger Kleyhafer, 1 Tag früher als bei Streckenthiner Weißhafer II und 2 Tage früher als bei Beseler II. Im Verlauf der weiteren täglichen Beobachtungen eilt die Entwicklung von Kirsches Weißhafer derjenigen von Lüneburger Kleyhafer, Streckenthiner Weißhafer II und Beseler Hafer II um 2 Tage voraus.

Es bleiben nun noch die Beobachtungen von Janetzki's, Dr. Kaufmanns Weiß- und Salzmünder Echohafer übrig. Von sämtlichen hier wiedergegebenen Beobachtungen entwickelte sich der Salzmünder Echohafer zusammen mit Friedrichswerther Berg-

hafer am langsamsten. Er begann mit dem Rispenschieben unter Saattermin A erst am 10. 7., unter Termin B am 11. 7. und endlich unter Aussaattermin C am 14. 7. Verglichen mit dem Friedrichswerther Berghafer folgt er diesem um 1 Tag (bei A und C) bis 2 Tage (bei B) nach.

Janetzkis Weißhafer verhält sich dagegen ähnlich wie Dippes Überwinder-Hafer. Saat A begann 2 Tage später mit dem Rispenschieben als dieser, verhielt sich im übrigen aber fast ebenso wie Dippes Überwinder-Hafer; Saat C begann 1 Tag später, zeigte aber auch nur geringe Unterschiede während des Verlaufes der Beobachtungen gegenüber dem genannten.

Der Verlauf der Entwicklung von Dr. Kaufmanns Weißhafer endlich entspricht unter Aussaattermin A etwa dem des geschilderten Hörnings Weißhafers. Verglichen mit Beseler Hafer III folgt Saat A diesem etwa um 1 Tag später mit dem Rispenschieben. Saat C verhält sich ebenso wie dieser, entwickelt sich also um 3—2 Tage schneller als Hörnings Weißhafer.

Wie aus den vorhergehenden Abschnitten hervorgeht, verhalten sich die Sorten nicht nur hinsichtlich des zeitlichen Eintritts ihres Rispen- bzw. Ährenschiebens verschieden voneinander, mit anderen Worten sind nicht nur hinsichtlich der Entwicklungsgeschwindigkeit Unterschiede zwischen den Sorten vorhanden, sondern es zeigen sich auch Verschiedenheiten in dem Verhalten der Sorten unter verschiedenen Witterungsbedingungen. Besonders interessant ist hier die Erscheinung, die wir bereits bei Weizen und Gerste antrafen, die darin besteht, daß manche Sorten gegen die Temperaturniedrigung unmittelbar während und nach Beginn des Schossens sich im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung verschieden empfindlich erwiesen, verschieden stark mit ihrem Entwicklungsverlauf auf diese Einflüsse reagierten.

Zur Gruppe der Sorten, bei denen das Rispenschieben am ehesten eintritt, gehören Pflugs Frühhafer, Svalöfs Ligowhafer, v. Lochows Petkuser Gelbhafer sowie v. Kalbens Vienauer Hafer. Bei Saat A verlief das Wachstum dieser Sorten, nach den phänologischen Daten zu schließen, einander sehr ähnlich. Pflugs Frühhafer eilte anfangs etwas voraus, während v. Kalbens Vienauer Hafer anfangs etwa mit einem Abstände von 1—2 Tagen folgte. Bei Saat B ändert sich das gegenseitige Verhältnis der Beobachtungsdaten der verschiedenen Sorten zueinander insofern, als v. Lochows Petkuser Gelb- sowie Svalöfs Ligowhafer hier hinter

Pflugs Frühhafer und v. Kalbens Vienauer Hafer zurückblieben. Die Saat C dieser Sortengruppe zeigt vor den anderen wohl noch die frühesten Termine. Doch ist dieses Vorseilen nur sehr gering, und andere Sorten wie Kirsches und Pflugs Gelbhafer fallen mit ihrer Entwicklung nahezu mit den erstgenannten Sorten zusammen. Saat D zeigt weiterhin die interessante Beobachtung, daß hier die schnellste Entwicklung nicht nur Pflugs Früh- und v. Kalbens Vienauer Hafer haben, sondern daß hier zu dieser Gruppe Lüneburger Kleyhafer tritt.

Zu der zeitlich nächstfolgenden Gruppe gehören Pflugs, Kirsches und Kraffts rheinischer Gelbhafer. Saat A dieser Sorten verhält sich bei allen Sorten gleich. Hierin ändert sich nichts bei der folgenden Saat B. Bemerkenswert ist, daß hier die Sorten v. Lochows Petkuser Gelb-, sowie Beseler Hafer III und außerdem Svalöfs Ligowohafer in ihren phänologischen Daten gewisse Ähnlichkeit mit dieser Gruppe aufweisen. Auch Hörnings Weißhafer und Svalöfs Siegeshafer stimmen weitgehend mit dieser Gruppe unter Saattermin B überein. Bei Saat C ändert sich das gegenseitige Verhältnis der oben genannten Sorten etwas. Pflugs und Kirsches Gelbhafer entwickeln sich einander ähnlich und entsprechen den Sorten Svalöfs Ligowo- und v. Kalbens Vienauer Hafer; mit anderen Worten: sie gehören in bezug auf den Verlauf der Entwicklung dieser Saat zur Gruppe der Hafer mit den frühesten Terminen für das Rispschieben, während Kraffts rheinischer Gelbhafer im Verlauf der Beobachtungen etwas, und zwar um 1 Tag zurückbleibt. Bei Saat D endlich setzt diese Phase bei Pflugs Gelbhafer spät ein; das Rispschieben tritt anfangs etwas schneller ein, fällt dann aber zusammen mit dem der Gruppe der sich langsamer entwickelnden Hafersorten, nämlich Endreß Franken- und Dippes Überwinder-Hafer.

Die Saat A von Hörnings Weiß- und Beseler Hafer II schob die Rispen um etwa 1 Tag früher als Salzmünder Echo- und Friedrichswerther Berghafer, Saat B von Hörnings Weißhafer schiebt die Rispen um 3 Tage früher als Salzmünder Echo- und 1 Tag früher als Friedrichswerther Berghafer; durchschnittlich folgen Salzmünder Echo- und Friedrichswerther Berghafer bei Saat C Hörnings Weiß- und Beseler Hafer II um 2 Tage nach. Die Termine für die große Zahl der übrigen Sorten dieser Gruppe liegen etwas früher.

Zu dieser Gruppe zählen, wie bereits oben ausgeführt wurde, die Gelbhafersorten Beseler III, Leutewitzer Gelb- und Svalöfs

Goldregenhafer. Das Rispschieben setzt bei diesen drei Sorten unter Saattermin A etwa gleichmäßig mit den übrigen Sorten dieser Gruppe — ausgenommen Dr. Kaufmanns Weißhafer, der etwa 1 Tag später folgt — wie bei Lohmanns Weender Duppauer Hafer, Svalöfs Siegeshafer, Strubes Schlanstedter Weißhafer, Janetzki's Weißhafer, Kirsches Weißhafer und Lüneburger Kleyhafer ein. Eine weitere Ausnahme machen dabei die Daten von Lüneburger Kleyhafer. Dieser schob die Rispen von den eben genannten Sorten am frühesten.

Bei Saat B ändert sich dieses Verhältnis. Leutewitzer Gelbhafer schiebt die Rispen spät und zu gleicher Zeit etwa wie Friedrichswerther Berghafer, der nach phänologischen Daten um 1 Tag zurückgeblieben war. Lohmanns Weender Duppauer, Svalöfs Goldregen, Svalöfs Sieges- und Beseler Hafer III fallen hier nur 1—2 Tage später als die Gruppe der frühen Sorten.

Bei Saat C verlaufen die Daten von Leutewitzer Gelbhafer zusammen mit denjenigen von Svalöfs Goldregen-, Lüneburger Kley-, Dippes Überwinder-, Svalöfs Sieges- und Janetzki's Weißhafer. Lohmanns Weender Duppauer und Streckenthiner Weißhafer II folgen in einem Abstand von 1 Tag zusammen mit Hörnings Weißhafer, Strubes Schlanstedter Weiß-, Beseler Hafer III. Der Gruppe der Gelbhafer eilt hier Pflugs Gelbhafer durchschnittlich um 1 Tag voraus.

Bei Saat D liegen die Daten für das Rispschieben bei Svalöfs Siegeshafer gegenüber dem Lüneburger Kleyhafer um 2 Tage später. Dippes Überwinder-Hafer und Endreß Frankenhafer haben einen ähnlichen Entwicklungsverlauf. Svalöfs Goldregenhafer hat anfangs einen Vorsprung von 1—2 Tagen, der sich aber im Verlaufe der weiteren Beobachtungen verringert. Besonders interessant ist hier die ganz beträchtliche Verfrühung im Wachstum des Lüneburger Kleyhafers, der mit Pflugs Frühhafer und v. Kalbens Vienaer Hafer die Rispen von sämtlichen beobachteten Hafer-sorten am frühesten schiebt.

Wir können demnach die Sorten nicht nach der Entwicklungsgeschwindigkeit allein in die beiden Hauptgruppen der Gelb- und der Weißhafer und innerhalb dieser Gruppen wieder in schneller und langsamer sich entwickelnde Sorten zusammenfassen. Wir müssen vielmehr die Einschränkung machen, daß zwischen den einzelnen Gruppen Übergänge vorhanden sind. Die Ursache für letztere Erscheinung beruht in dem Umstand, daß infolge des verschiedenen

Verlaufs der Entwicklung und der verschiedenartigen Reaktionsweise auf die Einflüsse von der Außenwelt her, Unterschiede zwischen den verschiedenen Zuchtsorten bestehen. Um diese genau erforschen zu können, wird es aber notwendig sein, über ein Material zu verfügen, das während einer größeren Anzahl von Jahren, als im vorliegenden möglich war, gesammelt wurde:

Vergleicht man zuletzt noch die Blühdaten der verschiedenen Sorten untereinander, so zeigen diese nach den bisherigen Betrachtungen nichts Neues. Die Blüte der Weißhafer tritt, entsprechend den Beobachtungen über das Einsetzen des Rispen-schiebens, im allgemeinen später ein als die Blüte der Gelbhafer. Unter Aussaattermin A setzt die Hauptblühperiode bei Svalöfs Ligowo- und v. Kalbens Vienauer Hafer am 5. 7. zusammen mit Pflugs Frühhafer und v. Lochows Petkuser Gelbhafer und Kraffts rheinischem Gelbhafer ein; 1 Tag später folgten Pflugs Gelbhafer und Lüneburger Kleyhafer; einen weiteren Tag später Leutewitzer Gelb- und Beseler Hafer III. 1 Tag nach diesen begann die Hauptblühperiode bei der Mehrzahl der Weißhafer, so bei Streckenthiner Weißhafer II, Svalöfs Siegeshafer, Dippes Überwinder-Hafer, Kirsches Weißhafer und Salzmünder Echo-Hafer, Friedrichswerther Berg-, Strubes Schlanstedter Weiß- und Dr. Kaufmanns Weißhafer. Das gleiche gilt auch für die folgenden Saaten und wird deutlich auch in den Angaben über die erste Blüte und den zeitlichen Abstand dieses Zeitpunktes von dem Datum für das erste Rispen-schieben.

In Saat B setzt die Hauptblühperiode am frühesten ein bei Pflugs Frühhafer, v. Lochows Petkuser und Pflugs Gelbhafer. Es folgt 1 Tag später die Hauptblüte von Kraffts rheinischem, Kirsches und Leutewitzer Gelb- sowie Svalöfs Goldregen- und Beseler Hafer III; darauf folgt die Hauptblüte von Svalöfs Ligowo-, v. Kalbens Vienauer und Lohmanns Weender Duppauer Hafer am 8. 7. Am 9. 7. zeigen sie Friedrichswerther Berg- und Lüneburger Kleyhafer, Streckenthiner Weißhafer II, Svalöfs Siegeshafer und Dippes Überwinder-Hafer; an letzter Stelle, wie nach der Lage des Datums für das Rispen-schieben zu erwarten war, folgt Salzmünder Echo-Hafer am 10. 7.

Unter Saattermin C setzt die Hauptblühperiode am frühesten bei Pflugs Früh-, v. Lochows Petkuser und Pflugs Gelbhafer sowie Svalöfs Goldregen ein, am folgenden Tage, dem 8. 7., folgen Kraffts rheinischer Gelb-, Beseler III-, Svalöfs Ligowo- und v. Kalbens Vienauer Hafer. Am 9. 7. tritt die Hauptblühperiode

bei den Sorten Leutewitzer und Kirsches Gelb-, Lüneburger Kley-, Streckenthiner Weißhafer II, Svalöfs Sieges-, Dippes Überwinder-, Lohmanns Weender Duppauer, Janetzkis, Hörnings. Kirsches, Strubes Schlanstedter und Dr. Kaufmanns Weiß- sowie Beseler Hafer II ein. Bei Friedrichswerther Berghafer endlich beginnt die Hauptblühperiode am 10. 7., bei Salzmünder Echo-Hafer am 11. 7.

Bei Saat D endlich fallen allgemein auch die Blühdaten, wie beim Rispenschieben, stärker zusammen. Am 2. 7. setzt die Hauptblühperiode bei Pflugs Früh-, Lüneburger Kley- und v. Kalbens Vienauer Hafer ein; die nächstfolgende Gruppe folgt am 3. 7.; es sind dies die Sorten Svalöfs Sieges-, Dippes Überwinder-, Kraftts rheinischer Weiß-, Endreß Franken- und Pflugs Gelbhafer. Am spätesten erfolgt die Hauptblühperiode bei Svalöfs Goldregen, nämlich am 4. 7. Gegen Ende der Blühperiode verwischen sich bei allen Saaten die eben aufgezeichneten Verschiedenheiten mehr oder weniger.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei einer längeren Kette von Beobachtungen unter noch stärker variierten Außenbedingungen sich auch in den frühen Wachstumsstadien Unterschiede zwischen verschiedenen Typen und Rassen herausstellen werden. Dahin weisen wenigstens die oben erwähnten Beobachtungen und die Daten über den Eintritt der Bestockung. Deutlich werden die Unterschiede im Ablauf der Entwicklung. Das gilt sowohl für die Schnelligkeit desselben als auch für die Reaktionsweise auf die Einflüsse von der Außenwelt im Stadium des Ährenschiebens. Während der Blüte dagegen treten solche nur in abgeschwächtem Maße in Erscheinung. Bemerkenswert ist, daß in Übereinstimmung mit den Angaben über die ökologischen Eigenheiten der Sorten der Wachstumsverlauf der Sorten verschieden ist, nämlich kontinentale Typen in den hier betrachteten Fällen stets einen schnelleren Entwicklungsrhythmus an den Tag legen, als die maritimen, vielfach als hygrophil bezeichneten Typen. Dies gilt beim Weizen von dem „xerophilen“ Lohmanns galizischen Kolbenweizen gegenüber z. B. dem „hygrophilen“ Mahndorfer Bordeauxweizen, bei der Gerste von der „xerophilen“ Proskowetz' Hannagerste gegenüber der „hygrophilen“ bis „mesophilen“ Mittlauer Friedrichs Hannagerste, wie auch für Hafer von dem „xero- bis mesophilen“ Pflugs Frühhafer im Gegensatz zu dem „hygrophilen“ Friedrichswerther Berghafer. Die Grenze ist zwischen den ein-

zelenen Sortengruppen nicht immer scharf zu ziehen. Die Ursache hierfür liegt einmal, wie bereits ausgeführt wurde, in der verschiedenen Herkunft, dann aber auch in der verschiedenartigen Beeinflussung durch den Züchter und vor allem in der Reaktionsweise der Sorten auf die Außenwelt.

Schlußbetrachtung.

In seiner Einführung in die Pflanzengeographie sagt Walter (88): „Außer den Thermometermessungen gibt es noch einen anderen Weg, um genauere Auskunft über die Temperatur- (auf Grund der neueren Erkenntnisse wohl besser Klima-)verhältnisse an verschiedenen Standorten zu erhalten, indem man die Pflanzen selbst als registrierende meteorologische Stationen benutzt.“ „Die Bestimmungen werden zwar nur relativ sein, sie werden aber den tatsächlichen ökologischen Verhältnissen vielleicht besser entsprechen als absolute Thermometermessungen.“

Diesen Weg hat die Phänologie beschritten, wenn sie zunächst rein beobachtend Orte gleicher Phänologie aufsuchte. Es ist ihr gelungen, aufbauend auf der durch zahlreiche Beobachtungen möglichen Charakterisierung bestimmter Klimate eine Unterteilung größerer Gebiete in kleinere Bezirke vorzunehmen [vgl. die phänologischen Karten, insbesondere die Klima- und Vegetationsgliederung Deutschlands nach Werth (97)].

Das Ziel vergleichender phänologischer Beobachtungen ist dagegen ein anderes und besteht in dem, was Walter (89) noch vermißte, wenn er sagt: „pflanzengeographisch sind die phänologischen Karten noch wenig ausgewertet worden. Auf ihre Vorzüge gegenüber den meteorologischen Karten haben wir bereits (oben) hingewiesen“. Hier berühren sich wissenschaftliche und praktische, wirtschaftliche Interessen unmittelbar miteinander, sobald es sich um die Phänologie von Kulturpflanzen [vgl. Baumann (4 u. 5)] handelt.

Nachdem man die Erkenntnis gewonnen hat, daß die Wachstumsvorgänge der Pflanzenwelt nicht allein mit Hilfe von Temperaturwerten charakteristisch dargestellt und zu ihnen in Beziehung gesetzt werden können, sondern daß diese Verknüpfungen weit verwickelter sind als früher angenommen wurde, ist die die einzelnen Wachstumsvorgänge genau beobachtende und die Witterungsverhältnisse eingehend untersuchende Arbeitsweise zunächst be-

sonders wichtig geworden. Dabei ist eine vergleichende Betrachtung verschieden charakterisierter Pflanzen besonders lehrreich, nachdem sich gezeigt hat, daß nicht nur die augenblickliche Beschaffenheit des Klimas und der Witterung eine ausschlaggebende Rolle spielt, sondern ein wichtiger Faktorenkomplex auch in der Pflanze selbst ruht, in den, um mit Klebs (49, 24) zu sprechen, „inneren von der Außenwelt beeinflussten Bedingungen“. Hier scheint, wie namentlich im Anschluß an die photoperiodischen Untersuchungen verschiedentlich geäußert wurde, auch der „geographischen Abstammung . . . eine sehr wesentliche Beeinflussung in die allgemein (photo-)periodische Charakteristik einer Pflanze“ (14, 15) zuzukommen oder, wie Merckenschlager (62) sich ausdrückt, „Nachwirkungen der Urlandschaft“ zum Ausdruck zu kommen. Hier gilt es, durch Untersuchungen Kenntnis zu erlangen über die Antwort verschiedener Pflanzenarten und innerhalb derselben abzugrenzenden Typen auf verschiedenes Klima und verschiedene Witterung und so gleichzeitig die Grundlagen für einzelne Kulturmaßnahmen zu finden. Gedacht sei hier der Bemerkungen, die bereits Liebscher (99) im Anschluß an seine Untersuchungen gemacht hat und auf die Zade (99) in seiner Monographie über die Haferpflanze hinweist. Die Beobachtungen Liebschers laufen „darauf hinaus, daß die gesamte Wachstumszeit des Hafers steigt und fällt mit demjenigen Zeitraum, der bis zum Schossen (= „Rispen-schieben“) vergeht. Mit anderen Worten, die erste Wachstumszeit läßt einen Schluß auf die ganze Wachstumsdauer zu. Und je länger die Periode bis zum Schossen („Rispenschieben“) auf Grund der Sorteneigentümlichkeit dauert, um so besser kann die Haferpflanze das Nährstoffkapital des Bodens verwerten“.

Hier zeigt sich, wie vielseitig die Auswertungsmöglichkeiten der aus der Phänologie von Kulturpflanzen sich ergebenden Kenntnisse zu sein versprechen. Die erste und hauptsächlichste Aufgabe solcher weiterer Untersuchungen wird aber die der Beziehung der Kulturpflanze zu Klima und Witterung sein müssen. Hier werden, gemäß der Eigenart phänologischer Arbeitsweise, zahlreiche unter den verschiedensten Bedingungen angestellte Beobachtungen und möglichst weitgehende Beschreibungen der jeweils herrschenden Witterungsbedingungen notwendig sein, um dem zu erstrebenden Ziele näher zu kommen und die Erkenntnisse zu vermitteln, die für den seit langem geforderten Anbau der Kultursorten nach pflanzenphysiologischen Gesichtspunkten erforderlich sind.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. In allen hier beobachteten Wachstumsstadien treten im phänologischen Verhalten von Weizen, Gerste und Hafer mehr oder weniger große Unterschiede zutage.
2. Im Stadium des Auflaufens weichen Weizen und Gerste nicht wesentlich voneinander ab. Wider Erwarten trifft dies nach den vorliegenden Beobachtungsergebnissen in gewissem Maße auch für den Hafer zu. Bemerkenswert für den Hafer ist dabei eine im Vergleich zu den beiden anderen Getreidearten verhältnismäßig gleichmäßige Reaktion auf vollkommen verschieden geartete Witterungsverhältnisse.
3. Weizen und Gerste verhalten sich im Stadium des Auflaufens bei Regenmangel insofern voneinander verschieden, als die Gerste offenbar mit weit geringeren Mengen Feuchtigkeit als der Weizen noch imstande ist, den Auflaufprozeß in Gang zu setzen.
4. Im Stadium des Schossens reagiert die Gerste auf die Veränderungen in den Witterungsverhältnissen stärker als der Weizen. Der Hafer dagegen erwidert diese im Vergleich zu diesen beiden Getreidearten nur wenig und langsam.
5. Der hemmende Einfluß kalter Witterung ist im Stadium des Schossens um so größer, je näher der Zeitpunkt der Hemmung dem Einsetzen des Schossens liegt.
6. Der Hafer verhält sich insofern im Stadium des Schossens von den beiden anderen Getreidearten unterschiedlich, als er wiederum bedeutend langsamer auf die Witterungseinflüsse reagiert. Der Eindruck, den nach dem Schossen einsetzende Hemmung durch die Witterungsverhältnisse im Gesamtwachstumsverlauf hinterläßt, ist dabei um so stärker, je mehr diese Einflüsse die Pflanze im Stadium der allerersten Streckung des Halmes, des ersten Auseinanderschiebens der Halmknoten trifft.
7. Im Stadium des Ähren- bzw. Rispsenschiebens tritt in warmen, sonnigen und weniger niederschlagsreichen Jahren gegenüber entgegengesetzt gearteten Witterungsverhältnissen eine Beschleunigung im Ablauf der Entwicklung in Erscheinung. Sie ist besonders stark bei der Gerste, dagegen nur sehr gering beim Hafer. Teilweise zeigt auch der Weizen das Verhalten der Gerste.

8. Von größtem Einfluß auf den zeitlichen Eintritt der ersten Blüte ist die Gesamtentwicklung der Pflanze und der zu dieser in Beziehung stehende Reifegrad der einzelnen Blütenorgane.
9. In der geringeren Reaktionsgeschwindigkeit auf Witterungseinflüsse im Stadium des Auflaufens und Schossens, sowie in dem wenig beschleunigten Entwicklungsverlauf in warmen, niederschlagsärmeren Sommern kommt der hygrophile Charakter des Hafers — im Gegensatz zu Weizen und Gerste — zum Ausdruck.
10. Innerhalb der Getreidearten lassen sich verschiedene Typen abgrenzen, je nach dem Verhalten der einzelnen Sorten.
11. Der stark kontinentale Charakter der Abkömmlinge von Landweizensorten aus östlichen Ländern, vornehmlich Böhmen und Galizien, tritt gegenüber der Gruppe der maritimen Weizen — vor allem der Abkömmlinge des Bordeauxweizens — in warmen und niederschlagsärmeren Jahren durch stark beschleunigtes Wachstum in Erscheinung.
12. Sowohl unter den *nutans*- wie unter den *erectum*-Gersten kommen Verschiedenheiten in den phänologischen Daten zum Ausdruck. Dabei zeigt sich, daß die kontinentalen, vielfach als „xerophil“ bezeichneten, Sorten sich im allgemeinen schneller entwickeln als die maritimen Sorten.
13. Innerhalb der Art Hafer zeigen die Gelbhafer in ihrem phänologischen Verhalten durchschnittlich eine schnellere Entwicklung als die vorwiegend maritimen Weißhafer. Diese Eigenschaften sind innerhalb der beiden Gruppen bei den einzelnen Sorten verschieden stark ausgebildet.

Die der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegten Beobachtungen wurden an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft während der Jahre 1927 und 1928 ausgeführt und die erhaltenen Ergebnisse in Tabellen zusammengestellt, die in der Bücherei der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem niedergelegt sind und von dort zur Einsicht entliehen werden können. Das Thema zu der Arbeit stellte Herr Oberregierungsrat Prof. Dr. Werth, der Leiter des Laboratoriums für Phänologie und Meteorologie an der Biologischen Reichsanstalt, dem ich für seine Anregungen verbindlichst danke. Besonderen Dank schulde ich Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel und Herrn Prof. Dr. Opitz für die stets bereite Unterstützung und freundliche Förderung, die sie

meinen Arbeiten haben angeeignet lassen. Den Herren Dr. Scheibe, Dr. Voss und Dr. Heß danke ich für die Anregungen, die ich durch sie bekommen habe.

Literaturverzeichnis.

1. Aereboe, Hansen, Roemer, Handbuch der Landwirtschaft. Berlin 1928. — 2. Arland, A., Das Problem des Wasserhaushalts bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in kritisch experimenteller Betrachtung. Wiss. Archiv f. Landw., Abt. A, **1**, 1929, 1—160. — 3. Ders., Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **47**, 1929, 474—480. — 4. Baumann, E., Die besten Sorten von Getreide, Hackfrüchten usw. Wissenschaftliche Gesichtspunkte für die Beurteilung von Sorten usw. Mitt. d. D. L. G., 1923, St. 23, 309—313. — 5. Ders., Deutsche Pflanzenzuchten. Stuttgart 1929. — 6. Becker-Dillingen, Handbuch des Getreidebaus. Berlin 1924. — 7. Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie. Jena 1923. — 8. Bos, H., Zur Kritik der Lehre von den thermischen Vegetationskonstanten. Abh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 1906. — 9. Ders., Die Anwendung künstlicher Beleuchtung bei der Sortenechtheitsprüfung der Samen im Winter. Angew. Bot., **11**, 1929. — 10. Brouwer, W., Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Landw. Jahrb., **63**, 1926, 1—81. — 11. Buchinger, A., Saugkraftmessungen verschiedener Gerstensorten. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 344—350. — 12. Chaptal, L., Contribution à l'étude de la rosée et des sources secondaires de l'humidité du sol. Ann. Sci. agron. franç., **45**. — 13. Chritescu-Arva, M., Der Einfluß des optimalen Wassergehalts des Bodens auf die Pflanze während verschiedener Entwicklungsstadien. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 489—493. — 14. Doroshenko, A., Photoperiodism of some cultivated forms in connection with their origin. Bull. of appl. Bot., Genetics and Plant-Breed., **17**. Leningrad 1927. — 15. Doroshenko, A. u. Rasumow, V., Photoperiodism of some cultivated forms in connection with their geographical origin. Bull. of appl. Bot., Genetics and Plant-Breed., **22**. Leningrad 1929/30. — 16. Drude, O., Die Ökologie der Pflanzen. Braunschweig 1913. — 17. Ders., Pflanzengeographische Ökologie. Handb. d. Biol. Arb. Method., Abt. XI, Teil 5, H. 21. — 18. Eibl, A., Osmotische und Saugkraftmessungen an Kulturpflanzen. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 123—124. — 19. Engelbrecht, Th. H., Die Landbauzonen der außertropischen Länder. Berlin 1899. — 20. Fischer, E., Ein neuer Weg zur übersichtlichen Darstellung des Wetters mehrerer Jahre. Mitt. d. D. L. G., 1929, Stück 16, 368—369. — 21. Fitting, H., Die Aufgaben und Ziele einer vergleichenden Physiologie auf geographischer Grundlage. Jena 1922. — 22. Fortunatova, O., Dependence of the height of plants in the geographical factors of growth. Bull. of appl. Bot., of Genetics and Plant-Breed., **19**. Leningrad 1928. — 23. Fruwirth, C., Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Berlin 1922. — 24. Gaßner, G., Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. Zeitschr. f. Bot., **10**, 1918. — 25. Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1928. — 26. Göpp, K., Ein Beitrag zur Kenntnis der Abbauphänomene bei Getreide auf Grund von Beobachtungen und Untersuchungen an Hafersorten. Bot. Archiv, **21**, 1928. — 27. Gösele, L., Untersuchungen über

Beziehungen zwischen Witterung und Ernteertrag in der Landwirtschaft. Landw. Jahrb., **68**, 1929, 253—316. — 28. Heß, G., Morphologische Untersuchungen an acht Hafersorten während des Wachstums und an der reifen Pflanze. Diss. Berlin 1928. — 29. Heuser, W., Die Bedeutung der Zellgröße für die Pflanzenzüchtung. Diss. Halle. — 30. Ders., Anatomisch-morphologische Untersuchungen über den Bau der Blätter verschiedener Winterweizensorten. Pflanzenbau, **1**, 1924 25. — 31. Hildebrandt, J., Untersuchungen über das Wasserbedürfnis fünfzehn verschiedener Haferzüchtungen bei voller Wasserkapazität des Bodens. Bot. Archiv, **17**, 1927, 158—175. — 32. Hiltner, E. u. Altheimer, Die Ergebnisse der im Jahre 1917 in Bayern durchgeführten phänologischen Beobachtungen an Getreidearten, besonders am Winterroggen. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, **16**, 1918, 34, 54, 83. — 33. Dies., Die Phänologie und ihre Bedeutung. Naturwiss. u. Landw., H. 8, 1926. — 34. Hoffmann, H., Phänologische Studien über Winterroggen. Landw. Jahrb., **14**, 1885. — 35. Holdefleiß, P., Über den Einfluß der Witterungsfaktoren auf die Ernteerträge. Kühn-Archiv, **9**, 1925. — 36. Ders., Wärmewirkung der Sonnenstrahlung auf verschiedenen Bodenarten. Kühn-Archiv, **15**, 1927. — 37. Hopkins, A. D., Periodical events and natural law as guides to agricultural research and practice. Mounthl. Weather Rev. Washington 1918. — 38. Ders., The bioclimatic law. Journ. of the Wash. Acad. of Science, **10**, 1929. — 39. Howard, Untersuchungen über die Winterruhe der Pflanzen. Halle 1906. — 40. v. Hunnius, A., Beiträge zur Frage der Sortenwahl. Arb. d. Landw.-K. f. d. Prov. Brandenburg u. f. Berlin, H. 67, 1928. — 41. Ihne, E., Phänologische Karte des Frühlingseinzeuges in Mitteleuropa. Petermanns Mitt., **51**, 1905, 97 ff. — 42. Ders., Welche praktische Anwendung hat bis jetzt die Pflanzenphänologie gefunden? Arb. d. Landw.-K. f. Hessen, H. 43, 1928. — 43. Immer u. Stevenson, A biometrical study of factors affecting yields in oats. Journ. of the Am. Soc. of Agron., **20**, 1928, 1108—1119. — 44. Ivanoff, L. A., Solar radiation as an ecological factor. Bull. of appl. Bot., of Genetics and Plant-Breed., **18**, Leningrad 1927/28. — 45. Ders., Die Sonnenbestrahlung als Faktor der Pflanzengeographie und Ökologie. Biol. Zentralbl., **49**, 1929, 493—509. — 46. Junge, E., Die Aufstellung einer Pflücktabelle für die wichtigsten Kernobstsorten. Geish. Mitt. f. Obst- u. Gartenbau, **24**, 1909, 113—118. — 47. Kaserer, C., Die Beziehungen zwischen Bodentemperatur und Lufttemperatur in ihrem Einfluß auf den Ernteertrag. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 205—212. — 48. Kaßner, C., Die Bedeutung der Wetterbeobachtungen für den Pflanzenbau. Pflanzenbau, I. Jahrg., 1924 25. — 49. Klebs, Über das Verhalten von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Zentralbl., **37**, 1917, 373—415. — 50. Klemm, M., Zur Frage der Vereinfachung phänologischer Beobachtungen. Pflanzenbau, **5**, 1929. — 51. Klinkowski, M., Zur Saugkraft des Hafers. Fortschr. d. Landw., **3**, 1928, 837—838. — 52. Ders., Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer, ein physiologischer Vergleich. Angew. Bot., **11**, 1929. — 53. Knörzer, Beziehungen zwischen der Reifedauer des Winterroggens und den Temperaturverhältnissen. Landw. Jahrb. f. Bayern, **6**, 1916, 263—271. — 54. Koslov, V., On the question of the influence of geographical factors on the hulledness of barleys. Bull. of appl. Bot., of Genetics and Plant-Breed., **17**, Leningrad 1927. — 55. Kusnecova, E., Die geographische Veränderlichkeit der Vegetationsperiode der Kulturpflanzen. Bull. of appl. Bot., of Genetics and Plant-Breed., **21**, Leningrad, 1828—1929. —

56. Lakon, G., Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Zentralbl., **35**, 1915, 401—471. — 57. Ders., Die Frage der jährlichen Periodizität der Pflanzen im Lichte der neuesten Forschung. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., **13**, 1915, 85—101. — 58. Maximow, N. A., Physiological factors controlling the length of the vegetation period. Bull. of appl. Bot., of Genetics and Plant-Breed., **20**. Leningrad 1929. — 59. Ders., Experimentelle Änderungen der Länge der Vegetationsperiode bei den Pflanzen. Biol. Zentralbl., **49**, 1929, 513—543. — 60. Merckenschlager, F., Tafeln zur vergleichenden Physiologie pflanzlicher Rassen. Die Ernährung der Pflanze, **24**, 1927. — 61. Ders., Tafeln zur vergleichenden Physiologie und Pathologie der Kulturpflanzen. Berlin 1927. — 62. Ders., Die Lupine und ihre Landschaft, München 1928. — 63. Merckenschlager u. Klinkowski, M., Sind Weißfährigkeit und Dörrfleckenkrankheit des Hafers als verschiedene Krankheitsformen einer gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen? Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, **8**, 1928, 104. — 64. Meyer, K., Die Einwirkung äußerer Wachstumsbedingungen auf das Keimverhalten von Getreide in Zuckerlösungen. Journ. f. Landw., **77**, 1930, 97—138. — 65. Moliboga, A., Influence of dessication and moistening of the soil at different stages of vegetation on the growth and yield of cereals. Bull. of appl. Bot., Genetics and Plant-Breed., **17**. Leningrad 1927. — 66. Molozev, A. I., The influence of temperature and light on the date of flowering. Bull. of appl. Bot., Genetics and Plant-Breed., **22**. Leningrad 1929—1930. — 67. Norden, E., Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit. Landw. Jahrb., **69**, 1928. — 68. Oberstein, Der Sortenbau auf pflanzengeographischer Grundlage. Vorarbeiten zu einer Planwirtschaft für die Provinzen Ober- und Niederschlesien. Ang. Bot., **6**, 1924, 395—408. — 69. Oppenheimer, H., Osmotische und Saugkraftmessungen an unseren Kulturpflanzen. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 215 bis 219. — 70. Pojarkowa, Temperaturbedingungen der Keimung als bestimmender Faktor für Ährenbildung beim Wintergetreide. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **45**, 1927, 627—637. — 71. Ramm, H., Deutsche Hochzuchten. Berlin 1925/26. — 72. Regel, R., Über wünschenswerte Änderungen in der Bearbeitung der Aufzeichnungen meteorologischer Stationen für die Landwirtschaft. Russ. Bull. d. Bur. f. angew. Bot., **2**. St. Petersburg 1909. — 73. Scharfetter, R., Klimarhythmik, Vegetationsrhythmik und Formationsrhythmik. Österr. Bot. Zeitschr., **71**, 1922, 153—171. — 74. Scheibe, A., Morphologisch-physiologische Untersuchungen über die Transpirationsverhältnisse bei der Gattung Triticum und deren Auswertung für die Pflanzenzüchtung. Angew. Bot., **9**, 1927, 199—281. — 75. Ders., Systematik und Entwicklungsrhythmus unserer Getreidesorten. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 541—544. — 76. Ders., Über das sorteneigentümliche Verhalten der Kulturpflanzen im Keimlingsstadium, dargestellt an Sommerweizen. Fortschr. d. Landw., **2**, 1927, 677—681. — 77. Schimper, W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898. — 78. Schindler, Handbuch des Getreidebaus. Berlin 1923. — 79. Schmidt, O., Über den Entwicklungsverlauf beim Getreide. Landw. Jahrb., **45**, 1913, 267—324. — 80. Schneider, E., Über den Entwicklungsrhythmus bei Fruchtständen an Getreide. Beitr. z. Pflanzenzucht, **2**, 1912, 129—140. — 81. Schneider, G., Vegetationsversuche mit 88 Hafer-sorten. Landw. Jahrb., **42**, 1912, 767—833. — 82. Schrepfer, H., Blüte- und Erntezeit des Winterroggens in Deutschland. Arb. d. D. L. G., H. 321, 1922. —

83. Schulze, B., Studien über die Entwicklung der Roggen- und Weizenpflanze. Landw. Jahrb., **33**, 1904, 405—441. — 84. Störmer, Boden- und Witterungseinflüsse bei der Pflanzenzucht. Beitr. z. Pflanzenzucht, **1**, 1911, 57—62. — 85. Thellung, A., Die Entstehung der Kulturpflanzen. Naturw. u. Landw., 1930, H. 16. — 86. Troitzky, N., Über die graphische Darstellung von meteorologischen und phänologischen Daten. Mitt. d. staatl. Inst. f. exp. Landw., **6**. Leningrad 1928. — 87. Vavilov, N. J., Studies on the origine of cultivated plants. Leningrad 1926. — 88. Vogt, R., Das Verhalten von Winter- und Sommergetreide beim Anbau im Sommer, Herbst und Frühjahr mit besonderer Berücksichtigung des Schossens. Diss. München. — 89. Walter, H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1922. — 90. Ders., Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der Wasserökologie der Pflanzen. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **47**, 1929, 243—252. — 91. Ders., Die osmotischen Werte und die Kälteschäden unserer wichtigsten wintergrünen Pflanzen während der Winterperiode 1929. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **47**, 1929, 338—348. — 92. Weaver, Kramer, Reed, Developement of root and shoot of winter wheat under field environment. Ecology, **5**, 1924, 26—50. — 93. Werneck-Willingrain, Der Getreidebau auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau, **1**, 1924/25. — 94. Werth, E., Die Bedeutung der Phänologie für den Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, **1**, 1921, 18. — 95. Werth, E. u. Mansfeld, Untersuchungen über den Einfluß der Witterung auf die Phänologie von Apfelbaum und Winterroggen. Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw., H. 25, 1924, 191—222. — 96. Ders., Die Bedeutung der extremen Temperaturen für die Existenzgrenzen der Pflanzen. Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw., H. 27, 1926, 217—224. — 97. Ders., Klima- und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw., H. 33, 1927. — 98. Ders., Zur Klimatologie, Pflanzengeographie und Geschichte des Europäischen Ackerbaus. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **47**, 1929, 34—43. — 99. Zade, Der Hafer. Jena 1918. — 100. Zederbauer, E., Die Wasserversorgung unserer Kulturpflanzen. Wien, Landw. Ztg., **78**, 1928. — 101. Bericht der Saatzucht Abteilung über Sortenversuche des Jahres 1905. Jahrb. d. D. L. G., **21**, 1906, 146—157. — 102. Monatstabellen für meteorologische Stationen **2**. Ordnung; Station Berlin-Dahlem; 1926, 1927, 1928 u. 1929.

Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bormangel-Erscheinung¹⁾.

Von

Dr. E. Brandenburg, (Baarn) Bergen op Zoom.

Über das Wesen der Herz- und Trockenfäule bestehen seit den Untersuchungen Franks zwei entgegengesetzte Ansichten. Frank glaubte, daß längere Trockenheit, starke Düngung mit Scheideschlamm oder Chilesalpeter einen besonderen Schwächezustand der Rüben bedingten, in dem die Pflanzen für eine Infektion durch *Phoma betae* empfänglich würden. — Nach den Untersuchungen der Bernburger Versuchsstation (Krüger u. Wimmer) ist die Herzfäule dagegen eine rein physiologische Krankheit, die durch Alkalität der Bodenflüssigkeit bedingt wird. Ihre Ansicht stützt sich vor allem auf Erfahrungen mit Sand- bzw. Sand-Torf-Kulturen, in denen die Krankheit regelmäßig aufzutreten pflegte. Zu anderen Ergebnissen gelangt Gäumann, der die Symptome wiederum als Resultante aus zwei verschiedenen Krankheitsprozessen deutet — einem primären physiologischen und einem sekundären parasitären (*Phoma*), der das eigentliche Krankheitsbild bedingen soll.

Sehr auffallend ist der Umstand, daß die Herzfäule der Rüben, abgesehen von dem häufigen Vorkommen auf dem Felde, in Sandkulturen und auch in Wasserkulturen (Schander u. Rüggeberg) so regelmäßig aufzutreten pflegt.

Die Ergebnisse von Wasserkulturversuchen mit Futter- und Zuckerrüben des Ref. bestätigen diese Feststellung früherer Untersuchungen. Es ergab sich weiterhin, daß unter diesen Versuchsbedingungen die Symptome der Herzfäule auch bei saurer Reaktion der Nährlösung auftreten und infolgedessen eine alkalische Reaktion nicht als direkte Ursache der Krankheit angesehen werden kann.

Der Umstand, daß die Krankheitserscheinung sich in Wasserkulturen immer erst zeigten, nachdem die Pflanzen kurze Zeit

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Münster am 28. Mai 1931.

normal wuchsen, führte dazu, die Ursache für das rätselhafte Absterben der Herzblätter in dem Fehlen des einen oder des anderen Elementes in der Nährlösung zu suchen.

Die neueren physiologischen Untersuchungen der letzten Jahre haben unter anderem den Nachweis erbracht, daß Elemente wie Bor und Mangan für eine normale Ernährung einer ganzen Reihe von Pflanzen ebenso unentbehrlich sind, wie die bisher als notwendig angesehenen zehn Nährstoffe, und daß beim Fehlen der genannten Elemente charakteristische Mangel-Erscheinungen auftreten. Die Symptome des Bormangels äußern sich bei den verschiedenen Pflanzen, wie Pferdebohnen (Warrington), Tabak (McMurtrey; Mes) und Tomaten (Johnston & Dore), stets in derselben Weise und kommen in einem Absterben des Vegetationspunktes zum Ausdruck.

In Übereinstimmung mit diesen Befunden konnte auch in weiteren Versuchen mit Rüben durch Zusatz von Borsäure (0,5 bis 0,7 mg p. L. Nährlösung) bzw. Borax das Auftreten der Herz- und Trockenfäule in Wasserkulturen restlos beseitigt und somit ihr Wesen als Bormangel-Erscheinung aufgedeckt werden.

In Nährlösungen ohne Borzusatz traten die Mangelsymptome bereits nach 12—20 Tagen auf, und es war dabei gleichgültig, ob es sich um kleine ca. 8 cm große Pflänzchen oder größere Rüben handelte. Sehr aufschlußreich war ein Versuch mit verschiedenen Mengen Borsäure (0,1, 0,2, 0,4, 0,7 und 1,0 mg Borsäure), in dem die Erneuerung der Lösung in größeren Abständen vorgenommen wurde. Während die Mengen von 0,7 und 1 mg unter den gegebenen Wachstumsbedingungen ausreichend waren und die Rüben vollkommen gesund blieben, traten in den Reihen mit 0,1 und 0,2 mg und bei größeren Pflanzen auch mit 0,4 mg regelmäßig in der Zeit vor der Erneuerung der Nährlösung die typischen Schwarzfärbungen der Herzblätter ein. Erfolgte dann mit dem Wechsel der Nährlösung gleichzeitig eine neue Borzufuhr, so bildeten die anfangs erkrankten Rüben wieder gesunde Herzblätter. Auf diese Weise, d. h. durch abwechselnden Entzug und erneuten Zusatz von Bor, hat man es bei Wasserkulturen vollkommen in der Hand, die Herz- und Trockenfäule auftreten und die Pflanzen wieder gesunden zu lassen. Voraussetzung für die volle Gesundung ist natürlich, daß der erneute Borzusatz im ersten Beginnstadium der Krankheit erfolgt.

Außer Versuchen mit kleinen Pflanzen wurde auch mit größeren Futter- und Zuckerrüben experimentiert, die zu denselben Ergebnissen führten.

Nach der äußeren Entwicklung der Rüben zu urteilen, liegen die optimalen Mengen Bor zwischen 0,5 und 0,7 mg Borsäure pro Liter Nährlösung. Durch 1 mg werden an ganz kleinen Pflanzen vielleicht schon leichte Wachstumshemmungen verursacht, während kleinere Mengen als 0,5 mg nicht immer ausreichend sind; außerdem ist ein Zusatz von Mangansulfat (1 mg p. L.) erforderlich. Die Reaktion der Nährlösung wird durch diese geringen Mengen Borsäure nicht verändert, so daß es sich um eine reine „Borwirkung“ handeln muß; dies geht außerdem auch aus der Tatsache hervor, daß dem alkalisch reagierenden Borax dieselbe Wirkung zukommt wie Borsäure.

Was die Symptome des Bormangels bei Rüben im einzelnen anbetrifft, so stimmen sie vollkommen mit denen der Herz- und Trockenfäule überein, wie sie unter natürlichen Bedingungen auf dem Felde auftreten, und es ist somit anzunehmen, daß letztere ebenfalls auf Bormangel zurückzuführen sind. Dafür spricht auch das Ergebnis eines Gefäßversuches mit einem zur Krankheit neigenden natürlichen Humus-Sandboden, in dem durch Zusatz von 5 mg Borsäure auf 8 kg Boden die Herz- und Trockenfäule bei Futterrüben im ersten Anfangsstadium noch vollkommen beseitigt werden konnte. Der Gesundungsprozeß entsprach hier ganz den an Wasserkulturen gemachten Erfahrungen: etwa 14 Tage nach dem Borzusatz hatten alle anfänglich erkrankten Pflanzen wieder gesunde Herzblätter und wuchsen normal weiter.

Aus dem Ergebnis dieser Versuche wird es verständlich, daß z. B. in Wasser- bzw. Sandkulturen bei Verwendung der gewöhnlichen Nährlösungen die typischen Krankheitserscheinungen der Herzfäule sich einstellen müssen, sobald die als Verunreinigung anwesenden Spuren von Bor von den Rüben aufgebraucht sind. Die widersprechenden Erfahrungen früherer Untersucher mit Sandkulturen dürften zum Teil darin begründet sein, daß die verwendeten Materialien (Glasuren der Töpfe, Wasser oder verschiedene Zusätze) ungleiche Mengen Bor enthalten haben können. Was den Einfluß der alkalischen Reaktion auf das Auftreten der Herzfäule unter natürlichen Bedingungen anbetrifft, so kann diese nicht als direkte Ursache der Krankheit angesehen werden; es muß vielmehr

angenommen werden, daß unter diesen Bedingungen die für eine normale Entwicklung erforderlichen Mengen Bor von den Rüben nicht aufgenommen werden können und infolgedessen „Bormangel“ mit seinem typischen Symptom, der Herz- und Trockenfäule, sich einstellt. Diese Erkenntnis ist wichtig, weil sich damit die Möglichkeit einer Bekämpfungsmethode durch Zufuhr von Borsäure oder borsäuren Salzen eröffnet. Eine derartige Bekämpfungsmöglichkeit dürfte hier in derselben Weise gegeben sein, wie sie hinsichtlich der Dörrfleckenkrankheit des Hafers mit Mangansulfat schon seit langem bekannt ist, die nach den Untersuchungen von Samuel u. Piper in ihrem Wesen eine Manganmangel-Erscheinung ist.

Die sogen. Urbarmachungskrankheit bei Futterrüben und Erbsen¹⁾.

Von

Dr. E. Brandenburg, (Baarn) Bergen op Zoom.

Mit dem Begriff Urbarmachungskrankheit hat man vor etwa 10 Jahren in Holland eine eigenartige Krankheitserscheinung an Hafer auf den Heide-Sandböden bezeichnet, die in den kultivierten Ländereien oft in so starkem Maße auftrat, daß stellenweise der Haferanbau gefährdet erschien und in manchen Fällen sogar ganz aufgegeben werden mußte. Nach den Feststellungen von Hudig u. Meyer handelt es sich um eine sogen. Bodenkrankheit, die durch Anwendung von Kupfersulfat (50—100 kg/ha) oder Kompost wirksam bekämpft werden kann.

Besonders empfänglich sind vor allem Weißhafer — Schwarzhäfer ist bedeutend resistenter —, weiter Gerste, Roggen, einige Gräser, Erbsen, Pferdebohnen und Rüben.

Als typisches Krankheitsbild gelten bei Hafer und auch Gerste das Auftreten von weißen, vertrockneten Blattspitzen, die in charakteristischer Weise zusammengedreht sind und als kleine Fähnchen herabhängen, eine starke Wachstumshemmung, geringer Kornansatz und langes Grünbleiben der Halme. Ganz ähnlich sind

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Münster am 28. Mai 1931.

die Symptome bei Gerste, während die Krankheit bei Roggen meist nur in einem geringeren Ertrag zum Ausdruck kommt. An Erbsen auf derartigen Böden konstatierten Hudig u. Meyer nur ein schlechtes Wachstum und geringe Fruchtbildung, während Smith ein Vertrocknen der älteren Blätter beschreibt. Weniger eingehend sind die Krankheitserscheinungen bei Rüben bekannt.

Trotzdem es Hudig u. Meyer gelang, in dem Kupfersulfat ein gut wirkendes Bekämpfungsmittel zu finden, konnten sie keine genaueren Angaben über die Ursache der Krankheit machen; sie halten sie für eine „Bodenkrankheit“, deren Ursache in irgendeinem schädlichen Bodenzustand zu suchen sei, bei dem der schwarze Heidehumus die Hauptrolle spiele. Smith isolierte später aus dem kranken Boden einen organischen Stoff — Glidin genannt —, mit dem er bei Hafer und Erbsen die Symptome der Krankheit experimentell erzeugen zu können glaubt. Nachprüfungen von anderer Seite (Tacke) haben keine Bestätigung dieser Befunde erbracht.

Die von uns ausgeführten Untersuchungen ergaben nun, daß Futterrüben auf den in Rede stehenden Humus-Sandböden sehr charakteristische Krankheitsmerkmale aufweisen. Die äußeren Blätter der erkrankten Pflanzen zeigen meist eine eigentümliche ungleichmäßige Färbung, die dadurch zustande kommt, daß die Partien zwischen den kleinen Blattnerven etwas hellgrün oder gelblich verfärbt sind, während die Nerven selbst und ein schmaler Streifen des angrenzenden Parenchym noch normal grün geblieben sind. Die Oberfläche der Blätter ist leicht uneben, da die hellen Teile oft etwas eingesunken, leicht nekrotisch sind und im Wachstum etwas zurückbleiben. Später sterben diese hellen Partien ganz ab und trocknen pergamentartig ein. Typisch hieran ist, daß diese nekrotischen Teile immer in einem gewissen Abstand von den Blattnerven entstehen.

Schneidet man den Rübenkörper derartig erkrankter Pflanzen der Länge nach durch, so zeigt sich weiter, daß die Gefäße mehr oder weniger braun verfärbt sind, und zwar am stärksten in den unteren Teilen der Hauptwurzel. Bei mikroskopischer Untersuchung erscheinen die Holzgefäße z. T. mit Wundgummi angefüllt, vielfach sind auch nur die Zellwände verfärbt und die angrenzenden Parenchymzellen geschrumpft und desorganisiert.

Die Isolationen aus diesen Rübenkörpern mit den verfärbten Gefäßen ergaben nur Bakterien, während aus den erkrankten Seiten-

wurzeln der Rüben eine *Pythium* spec. mit glatten Oogonien isoliert wurde.

In umfangreichen Infektionsversuchen konnte nachgewiesen werden, daß die aus den Rübenkörpern isolierten Bakterien in keinem ursächlichen Zusammenhang zu den Gefäßverfärbungen stehen, sondern daß diese, sowie die genannten Symptome, an den Blättern durch die *Pythium* spec. hervorgerufen werden. Der Pilz selbst bleibt jedoch in den Seitenwurzeln der Rübe lokalisiert und wird nicht in den kranken Gefäßen der Rübe oder in den Blättern angetroffen. Infolgedessen müssen diese Krankheitssymptome in der Rübe und an den Blättern auf eine toxische Wirkung der Stoffwechselprodukte des Wurzelparasiten zurückgeführt werden, die mit dem Wasser in die ganze Pflanze gelangen. Hieraus erklärt sich auch, warum die ersten Anzeichen einer stattgefundenen Infektion der Wurzel schon innerhalb ganz kurzer Zeit, z. B. bei 8—10 Wochen alten Pflanzen bereits nach 1—2 oder mehr Tagen, je nach den Bedingungen, an den Blättern sichtbar wird, und zwar an den letzten Ausläufern der Blattnerven, die sich dunkel färben. Bei geeigneter Versuchsanstellung gelingt es auch, mit den Stoffwechselprodukten des Pilzes aus Reinkulturen an kleinen Pflanzen die Gefäßverfärbungen hervorzurufen.

Vergleichende Untersuchungen zeigten weiter eine vollkommene Übereinstimmung zwischen dem Krankheitsverlauf auf dem Felde und den in Infektionsversuchen erhaltenen typischen Symptomen. Diese Feststellungen erstreckten sich auf etwa 40 Felder in den verschiedensten Gebieten in Holland und in der nordhannoverschen Geest. Von 25 Feldern, darunter zehn aus dem Kreise Rotenburg (Hann.), wurde aus den Wurzeln erkrankter Futterrüben stets derselbe Pilz isoliert, und in anschließenden Infektionsversuchen mit den verschiedenen Isolationen wieder dasselbe typische Krankheitsbild erhalten. — Ebenso wie die Krankheit auf dem Felde zu verschiedenen Zeiten des Jahres je nach den Witterungsverhältnissen (anhaltende Niederschläge wirken krankheitsförend) auftreten kann, ist auch eine künstliche Infektion mit Reinkulturen in jedem Entwicklungsstadium der Rübe möglich.

Die Symptome an Erbsen (*P. arvense*) auf urbarmachungskranken Böden zeigen in den wesentlichsten Punkten große Übereinstimmung mit denen von Rüben. In den ersten Wochen nach dem Auflauf wachsen die Pflanzen meist normal; dann beginnen plötzlich die unteren Blätter gelb zu werden und sterben ab. In

anderen Fällen kann die ganze Pflanze vorübergehend etwas welk werden, um sich nach einiger Zeit wieder zu erholen. — In engstem Zusammenhang mit diesen äußeren Symptomen stehen Veränderungen im Stengel und an den Wurzeln: auch hier zeigt sich eine rotbraune Verfärbung der Gefäße, die in den Wurzeln beginnt und sich durch den Stengel bis in die abgestorbenen Blätter verfolgen läßt. Die Seitenwurzeln sind verfault und enthalten zahlreiche Oogonien.

An Hand von Isolations- und Infektionsversuchen konnte nachgewiesen werden, daß die genannten Krankheitssymptome an Erbsen ebenfalls durch eine *Pythium* spec., die von dem Rüben-*Pythium* verschieden ist, verursacht werden. Da der Pilz hier ebenfalls nur in den Wurzeln angetroffen wird, so haben wir es bei Erbsen offenbar mit einem ähnlichen Infektionsvorgang zu tun, wie er bei Futterrüben vorliegt, daß nämlich die Gefäßverfärbungen sowie die Symptome an den Blättern auf eine toxische Wirkung der Stoffwechselprodukte des Wurzelparasiten zurückzuführen sind.

Die Untersuchungen über die Urbarmachungskrankheit des Hafers haben noch zu keinen endgültigen Resultaten geführt. Auf Grund der bisherigen Ergebnisse erscheint es jedoch möglich, daß es sich auch hierbei um eine durch Wurzelparasiten (*Aphanomyces* spec.) verursachte Krankheit handelt.

Übersicht über die Ulmenarten in Bezug auf den Kampf gegen die Ulmenkrankheit¹⁾.

Von

Christine Buisman, Baarn.

Phytopathologisches Laboratorium „Willie Commelin Scholten“.

Da jetzt nicht mehr zu bezweifeln ist, daß der Pilz *Graphium ulmi* Schwarz die als „Ulmensterben“ bekannte Baumkrankheit verursacht, ist die Möglichkeit vorhanden, durch künstliche Infektionen mit diesem Pilz verschiedene Ulmenarten und -individuen auf ihre Resistenz dieser Krankheit gegenüber zu prüfen. Dergleichen Untersuchungen finden seit einiger Zeit sowohl in Holland (Baarn)

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Münster am 28. Mai 1931.

als auch in Deutschland (Berlin-Dahlem) statt. Das Ziel dieser Untersuchungen ist also, immune oder hochresistente Ulmenarten und -individuen auszuwählen, die an die Stelle unserer anfälligen Straßenulmen treten können.

Es kam dabei heraus, daß es um die Systematik der Ulmenarten ziemlich schlecht bestellt ist. Von verschiedenen Autoren sind sie verschiedentlich beschrieben worden und auch in der Praxis herrscht diesbezüglich allerhand Verwirrung. Da die von Herrn Dr. Alfred Rehder, dem Dendrologen des berühmten Arnold Arboretums bei Boston, Mass., benutzte Nomenklatur der Ulmenarten mir die beste zu sein scheint, möchte ich sie in dieser kleinen Besprechung der verschiedenen Ulmen beibehalten.

In Amerika kommen sechs Ulmenarten vor.

Die wichtigste Art dort ist *U. americana* L., die zu außerordentlich schönen und großen Exemplaren heranwachsen kann. Man findet *U. americana* sowohl in Waldbeständen wie in städtischen Anlagen in Ost- und Mittel-Nordamerika. In den nördlich-atlantischen Vereinigten Staaten ist dieser Baum besonders beliebt, für New-England ist er geradezu typisch. In Europa ist *U. americana* nur ausnahmsweise angepflanzt worden. Jedoch findet man in England einige schön gewachsene Exemplare. Da aber die künstlichen Infektionsversuche, auch solche an aus Amerika stammenden Bäumchen und an Sämlingen, die aus amerikanischem Samen gewachsen waren, eine durchaus hohe Empfindlichkeit *Graphium ulmi* gegenüber bewiesen haben, würde es nicht lohnen, diese Ulme in Europa einzuführen.

Eine zweite sehr bekannte, obwohl weniger allgemeine Ulmenart in Nordamerika ist *U. fulva* Michaux. Dieser Baum läßt den hohen und breiten Wuchs von *U. americana* vermissen. Er wird nicht in Straßen und Parkanlagen angepflanzt, man trifft ihn nur in den Wäldern an. Die Untersuchungen Wollenwebers zeigen, daß diese Art ziemlich anfällig ist.

Schließlich findet man in Kanada und in den nördlichen Vereinigten Staaten *U. racemosa* Thomas. Ebenso wenig wie *U. fulva* wird dieser Baum angepflanzt. Das dichte, harte Holz soll aber wertvoll sein. Typisch für diese Ulmenart ist der hohe, sehr schlanke Wuchs. Die langgestielten Blüten und die dicken Früchte machen es geradezu unmöglich, diese Ulmenart mit irgendeiner anderen zu verwechseln. In unserem Klima leidet *U. racemosa*, wie durch frühere Anpflanzungen bewiesen worden ist, unter Spät-

und Frühfrosten. Eine Prüfung der *Graphium*-Empfindlichkeit hat daher nur theoretisches Interesse, da die Kultur von vornherein unmöglich ist durch das dem Baum nicht zusagende Klima. Künstliche Infektionen werden in diesem Jahre vorgenommen.

Die drei anderen amerikanischen Ulmenarten: *U. alata* Michaux, *U. crassifolia* Nuttall und *U. serotina* Sargent trifft man nur in dem südlichen Teil der Vereinigten Staaten an. Obwohl diese Ulmen teilweise in städtischen Anlagen benutzt werden, ist eine Einführung in Europa nicht wünschenswert, da sie ein milderes Klima brauchen. Aus künstlichen Impfungen mit *Graphium ulmi* ist überdies hervorgegangen, daß *U. alata* und *U. serotina* für die Ulmenkrankheit anfällig sind. Über *U. crassifolia* liegen in dieser Beziehung noch keine Daten vor.

Zusammenfassend muß man sagen, daß man sich nicht nach Amerika umzusehen braucht, um eine Ulmenart, die an Stelle der anfälligen europäischen Arten hier angebaut werden könnte, zu erhalten. Was die asiatischen Ulmen anbetrifft, so liegt die Sache jedoch wesentlich anders.

Von besonderem Interesse sind *U. pumila* L. und ihre Varietät *pinnato-ramosa* aus Ostasien. Über das Verhalten dieser Arten in Europa wissen wir jetzt noch nicht viel, aber in Amerika, wo *U. pumila* schon 1908 eingeführt worden ist, hat man schon etwas mehr Erfahrung. Schon die Tatsache, daß viele Baumschulen dort jetzt *U. pumila* führen und man sich anscheinend viel von der Kultur dieser Ulmenart verspricht, beweist, daß die Einführung guten Erfolg gehabt hat. Dieser Baum ist anspruchslos, er wächst in sehr dünnen Teilen Amerikas, wo man sonst kaum andere Bäume findet. Obwohl die Exemplare nicht hoch werden, wachsen die Bäume außerordentlich schnell. Die Blätter sind klein, und der ganze Baum macht einen sehr zierlichen Eindruck. Zwar ist er sehr verschieden von unseren europäischen Ulmen, aber besonders wenn er den Stürmen unseres Gebietes Widerstand leisten kann, würde er vielleicht sehr wertvoll sein für unsere städtischen Anlagen, wenn auch nicht für die Wege im flachen Lande. Ob er den Stürmen gewachsen ist, bleibt jedoch eine Frage, da das Holz ziemlich zerbrechlich ist.

Ich würde nicht so ausführlich über *U. pumila* berichtet haben, wenn nicht aus den bisherigen Experimenten hervorgegangen wäre, daß diese Ulmenart die gegen das Ulmensterben widerstandsfähigste ist, die wir bis jetzt kennen. Zahlreichen Versuchen zum Trotz ist

es bisher nicht gelungen, auch nur an einem einzigen Zweige durch künstliche Infektion mit *Graphium ulmi* die Krankheitssymptome hervorzurufen. Es wäre verfrüht, hieraus schon jetzt auf eine völlige Immunität *Graphium ulmi* gegenüber zu schließen, aber man darf sagen, daß *U. pumila* mindestens eine sehr große Resistenz gegen diesen Pilz besitzt.

In Holland hat man jetzt den Baumschulbesitzern Holz dieses Baumes übergeben, damit *U. pumila* auf Unterlagen der holländischen Ulme weitergezüchtet werden kann. In dieser Weise hofft man zu erreichen, daß möglichst bald das genaue Verhalten der *U. pumila* unsern Böden, Klima usw. gegenüber bekannt wird. Wenn man nur von Samen ausgehen würde, wäre eine Lösung dieser Fragen erst nach längerer Zeit möglich.

Aber mit *U. pumila* und seiner Varietät *pinnato-ramosa* sind die Möglichkeiten der orientalischen Ulmen noch nicht erschöpft.

Ein sehr bekannter Straßenbaum in Japan ist z. B. *U. japonica*. Dieser sieht unseren Ulmen sehr ähnlich. Im Arnold Arboretum befinden sich einige sehr gute Exemplare dieser Ulmenart, auch ist sie vertreten in den Kew Gardens.

Die drei Arten *U. parvifolia* Jacquin, *U. macrocarpa* Hance und *U. laciniata* Mayr sind wohl zu heisterartig, um große Bedeutung für Straßenanlagen zu gewinnen.

U. Wilsoniana Schneider (die aber leider zu sehr herabhängende Zweige zeigt), *U. Davidiana* Planch. und *U. Bergmanniana* Schneider würden vielleicht dafür eher in Betracht kommen. Künstliche Infektionen an diesen Arten werden während dieses Sommers vorgenommen. Jetzt wissen wir nur, daß vorläufige Infektionen an *U. japonica* und *U. Wilsoniana* ein negatives Resultat ergeben haben.

Bei den europäischen Ulmenarten ist die Sache aus einem anderen Gesichtspunkte zu betrachten. Wir wissen schon, daß diese Arten unserem Klima angepaßt sind und auch wissen wir besser Bescheid über ihre Eigenschaften. Auch über ihre Empfindlichkeit dem *Graphium ulmi* gegenüber sind wir jetzt im allgemeinen informiert. So ist bekannt, daß von den sechs in Europa vorkommenden Ulmenarten keine immun ist. Da es aber wertvoll sein würde, eine europäische hochresistente Ulme aufzufinden, eben weil wir alle ihre Eigenschaften (Vor- und Nachteile) schon kennen, und da ein Unterschied in der Empfindlichkeit selbst unter den Individuen einer Art zweifellos besteht, wird jetzt ein zweiter Schritt der Immunitätsforschung gemacht: es werden massenhaft

Individuen einer Art geprüft, nur die immunen oder hochresistenten werden weiter gezüchtet, abermals infiziert usw., bis man nur die am meisten resistenten beibehält. Es gilt dies nur für die Arten, die aus Samen gezogen werden, denn nur bei Sämlingen ist eine Differenz in der Empfindlichkeit zwischen den verschiedenen Pflanzen zu erwarten. Von den sechs europäischen Ulmenarten sind die wichtigsten: *U. glabra* Hudson (in der Praxis bekannt als *U. montana* Stokes), *U. foliacea* Gilibert (meist *U. campestris* genannt) und der angebliche Bastard zwischen diesen beiden Arten, *U. hollandica* Miller.

U. glabra ist die bekannte Bergulme. Eine Varietät ist die *U. glabra fastigiata*, die oft in Parkanlagen angepflanzt wird und die eine ziemliche Resistenz gegen die Ulmenkrankheit aufweist.

U. foliacea Gilibert wird, wie erwähnt, meist als *U. campestris* angedeutet. Der Name *U. campestris* ist aber verwirrend, da von den Engländern die bekannteste englische Ulme (*U. procera* Salisbury) als *U. campestris* angedeutet wird. Die Beschreibung Linnés der *U. campestris* scheint weder mit der *U. foliacea*, noch mit der *U. procera* übereinzustimmen. Es ist also wohl am besten, diesen Namen ganz auszuschalten.

U. foliacea ist in Europa sehr verbreitet. An Sämlingen dieser Art aus Frankreich, Spanien und Bulgarien sind in Baarn schon Empfindlichkeitsversuche gemacht worden. Besonders die spanischen und bulgarischen Individuen erwiesen sich als recht anfällig. Die Monumentalulme (Pyramidenulme) aus unseren Städten ist eine Varietät, *U. foliacea* var. *Wheatleyi*. Sie ist sehr anfällig. Da sie nur vegetativ vermehrt wird, hat sie für die Versuche verhältnismäßig wenig Bedeutung. Dasselbe gilt für die bekannte Varietät *Dampieri*, die weniger anfällig zu sein scheint.

U. hollandica scheint, wie gesagt, ein Bastard zwischen *U. glabra* Hudson und *U. foliacea* Gilibert zu sein. Diese Art wird nur vegetativ durch Ableger vermehrt. Die Varietäten sind nicht gleich anfällig. So leidet die holländische Ulme, *U. hollandica belgica*, mehr unter der Ulmenkrankheit als z. B. die *U. hollandica vegeta*. Letztere Varietät wird von den Engländern für Wegebepflanzungen benutzt. In Holland haben die Züchter sie nicht gern wegen des wilden Wuchses. Noch eine andere europäische Ulmenart, *U. procera* Salisbury wird nur vegetativ vermehrt. Benutzt man bei *U. hollandica* hauptsächlich Ableger zur Vermehrung, bei *U. procera* bedient man sich zu dem Zwecke der Wurzeltriebe. *U. procera* ist die richtige

englische Ulme. Auf dem Kontinent findet man sie nur an einigen Stellen in Spanien.

Jetzt bleiben nur noch zwei Ulmenarten übrig: erstens die Flatterulme, *U. laevis* Pallas (= *U. effusa* Willdenow). Wollenweber (Berlin-Dahlem) gibt an, daß diese Art sehr empfindlich ist für die Ulmenkrankheit.

Die letzte Art, *U. minor* Miller, kommt fast ausschließlich in England vor. Systematische Arbeiten über ihre Anfälligkeit liegen bis jetzt nicht vor.

Ein Umstand, der diese Immunitätsforschungen erschwert, ist die Tatsache, daß der Ulmensamen in unserem Klima fast nie keimt. Auch in Frankreich, wo man *U. foliacea* allgemein aus Samen züchtet, keimt der Same nicht jedes Jahr.

Die vegetative Vermehrung dagegen geht ohne Schwierigkeiten vor sich. Natürlich wird es notwendig sein, daß ein Individuum gefunden wird, das neben Immunität oder Hochresistenz gegen die Ulmenkrankheit auch die sonstigen Anforderungen, die man an einen guten Straßenbaum stellt, erfüllt; und wenn man ein solches Individuum gefunden hat, es vegetativ zu vermehren. Dafür braucht man aber Unterlagen. Die Möglichkeit besteht also, daß wir in wenigen Jahren große Mengen Unterlagen brauchen.

Soweit wir über den Verlauf der Krankheit jetzt unterrichtet sind, ist nicht anzunehmen, daß eine anfällige Ulmenart als Unterlage irgendwie schaden könnte.

Wir raten daher jetzt unseren holländischen Züchtern, nicht gleich alle Ulmen fortzuwerfen, weil sie augenblicklich nicht verkauft werden. Die im Moment wertlosen jungen Ulmen können in nächster Zukunft große Bedeutung erlangen, weil sie ermöglichen, Ulmenarten oder Individuen mit großer Resistenz und sonstigen guten Eigenschaften, die hoffentlich aufgefunden werden können, rasch zu vermehren.

Kleine Mitteilung.

Die „**Internationale Vereinigung für Samenkontrolle**“ gibt eine eigene Zeitschrift heraus, die „Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für Samenkontrolle“, die neben Originalaufsätzen und Referaten aus dem Gebiete der Samenuntersuchung und Keimungsbiologie in deutscher, englischer und französischer Sprache Literaturzusammenstellungen, zusammenfassende Berichte über die gesetzlichen Bestimmungen betr. den Samenhandel (Ein- und Ausfuhr, Untersuchung, Gesundheitsbescheinigungen usw.) der verschiedenen Länder, Nachrichten aus den Samenuntersuchungsanstalten usw. bringt. Die nunmehr im 5. Jahrgange erscheinende Zeitschrift kann auch von der Internationalen Vereinigung nicht angehörenden Interessenten bezogen werden. Sie kostet jährlich 4 Dollar; die bisher erschienen 4 Jahrgänge sind noch zum Preise von je $2\frac{1}{2}$ Dollar zu beziehen.

Außer dieser Zeitschrift wird von der Vereinigung eine Bibliographie herausgegeben, umfassend ein Verzeichnis der gesamten Weltliteratur über alle die Samenuntersuchungen betreffende und mit ihr zusammenhängende Veröffentlichungen. Die „Keimungsbibliographie“ und die „Allgemeine Bibliographie“ bis zum Jahre 1930 liegen bereits vor. Sie sollen nunmehr durch ein Kartensystem ergänzt und auf dem laufenden erhalten werden. Auch diese Bibliographien nebst Kartensystem-Nachträgen können von Nichtmitgliedern der Vereinigung bezogen werden (durch Dr. W. J. Frank, Direktor der Rijksproefstation voor Zaadcontrole in Wageningen, Holland). Die Keimungsbibliographie bis zum Jahre 1930 kostet 2 Dollar, die Allgemeine Bibliographie 6 Dollar, und die Kartensystem-Nachträge sind zum Abonnementspreis von jährlich $5\frac{1}{4}$ Dollar für Nichtmitglieder zu beziehen, wozu noch ein einmaliger Betrag von 12 Dollar für die Kartei-Einrichtung kommt.

G. Bredemann.

Besprechungen aus der Literatur.

Dix, W., Praktische Pflanzenzucht. Verlag J. Neumann, Neudamm 1931. Preis brosch. 15,— RM., geb. 18,— RM.

Die praktische Pflanzenzucht beruht auf einer Anwendung der Vererbungsgesetze zur Erzeugung neuer, wertvoller Verbindungen von Eigenschaften und einer Anwendung der Prüfungsmethoden zur Feststellung des wirtschaftlichen Wertes von Neuzüchtungen. In dem vorliegenden Buch sind sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die praktischen Ausführungsmöglichkeiten der Pflanzenzucht erörtert worden. Der erste Teil befaßt sich mit der Auslesezüchtung, während sich der zweite mit der Neuzüchtung beschäftigt. Die Darstellung ist einfach und leicht verständlich gehalten, so daß auch der praktische Landwirt sich über Fragen der Züchtung und Prüfung, deren Studium in den einschlägigen wissenschaftlichen Werken zuviel Zeit kosten würde, schnell unterrichten kann. In dem Abschnitt „Prüfung der Zuchtprodukte“ würde es sich empfehlen, auch auf die Prüfung der Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit in den Reichskrebsversuchen und auf die

Prüfung der Selbständigkeit durch die Kartoffelsorten-Registerkommission und weiter auf die Prüfung des wirtschaftlichen Wertes durch die Deutsche Kartoffelkulturstation, sowie auf den Namensschutz beim Reichspatentamt hinzuweisen.

K. Snell.

Gessner, O., Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Carl Winter, Heidelberg 1931. Preis geb. 9,50 RM.

Die Kenntnis der Gift- und Arzneipflanzen oder richtiger „Pharmakopflanzen“ d. h. Pflanzen mit chemisch charakterisierbaren Substanzen, die eine pharmakologische Wirkung auf lebende Organismen auszuüben vermögen, verdient weiteste Verbreitung. Da diese bislang durch das Fehlen einer geeigneten zusammenfassenden Darstellung sehr erschwert war, ist das Erscheinen des vorliegenden Buches sehr zu begrüßen. Der erste Teil bringt eine kurze Beschreibung der nach ihren pharmakologisch wirksamen Hauptbestandteilen geordneten Pflanzen, wobei der Name mit seinen Synonymen und seiner Etymologie, Habitus, geographische Verbreitung, Standort, bei den Blütenpflanzen die Blütezeit, bei den Pilzen die Zeit des Erscheinens der Fruchtkörper, chemische Natur und physikalische Eigenschaften der wirksamen Bestandteile und die Pharmakologie (pharmakologische Wirkung der einzelnen Bestandteile bzw. Gesamtwirkung, Verlauf, Prognose und Behandlung der Vergiftungen, offizinelle Anwendung mit Angabe der Maximaldosen) besprochen werden. Aber mit der Beschreibung allein wäre das vom Verf. verfolgte Ziel schwerlich zu erreichen. Deshalb hat er im Hinblick auf die vielfach bedauerlich geringen floristischen Kenntnisse besonderen Wert auf reichhaltige Illustration gelegt. Der zweite Teil enthält nicht weniger als 128 Farbtafeln, die größtenteils den bekannten naturwissenschaftlichen Taschenbüchern von Klein entnommen sind, während 32 Bildtafeln neu angefertigt worden sind. Die hervorragende Ausführung dieser farbigen Abbildungen bedarf keiner Empfehlung mehr. Die glückliche Vereinigung von Wort und Bild wird dem Buch den Erfolg sichern.

Braun, Berlin-Dahlem.

Klein, G., Handbuch der Pflanzenanalyse. 1. Band: Allgemeine Methoden der Pflanzenanalyse. 627 S., 323 Abb. Verlag Julius Springer, Wien 1931. Brosch. 66,— RM., geb. 69,— RM.

Das Handbuch wird aus vier Bänden bestehen, deren letzter 1932 seiner Vervollendung entgegengehen dürfte. Der erste Band enthält die allgemeine chemische und physikalische Methodik, die übrigen sind der speziellen anorganischen und organischen Analyse gewidmet. Klein, der Herausgeber des Werkes und Autor des Abschnittes „Histochemische Methoden“ hat zur weiteren Bearbeitung einen Stab von bekannten Spezialisten für den ersten Band: R. Brieger, F. Feigl, P. Hirsch, E. Keyfner, H. Kleinmann, G. Kögel, H. Lieb, H. Linser, J. Matula, L. Michaelis und C. Weygand gewonnen.

In meisterhafter Weise ist es gelungen, die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und ihre vielseitigen Arbeitsmethoden, deren die moderne Pflanzenanalyse bedarf, in übersichtlicher Weise zusammenzufassen. Es wurde Vollständigkeit besonders in bezug auf die neuesten Methoden angestrebt. Diese Aufgabe ist trotz des Themen-Umfangs durchaus als gelöst zu betrachten. Auch handelt es sich nicht um eine bloße Aufzählung und Beschreibung der Reaktionen sowie der

entsprechenden Apparaturen, vielmehr werden die Methoden einer genauen Prüfung auf ihre praktische Eignung hin unterzogen. So enthält der erste Band neben den wissenschaftlichen Erläuterungen eine Menge wertvoller Ratschläge und praktischer Winke, die ein rationelles, eindeutiges und schnelles Arbeiten gewährleisten. Aus diesem Grunde sind neben den chemischen und physikalischen Arbeitsmethoden die meist schneller und mit gleicher oder ähnlicher Genauigkeit arbeitenden optischen Methoden dargestellt. Überall ist der Tendenz Raum gegeben, möglichst die einfachen Methoden den komplizierteren vorzuziehen.

Einleitend sind Vorschriften zur Reinheitsprüfung für Reagenzien gegeben, eine Maßnahme, die für den Nichtchemiker durchaus zu begrüßen ist. Im Rahmen der allgemeinen Methodik erfahren Kapitel wie Wägen, Erhitzen, Trennen der Substanzen usw. eine vielfache Beleuchtung. Die Methoden erstrecken sich auf quantitatives und qualitatives, makro- und vor allem mikrochemisches, sowie histochemisches Arbeiten. Von besonderem Wert sind die Anleitungen zur Darstellung und Isolierung einzelner Substanzengruppen aus der Pflanze und die Trennung ihrer chemischen Stoffe, ganz besonders dann, wenn es sich um Stoffe handelt, die gleichartige Reaktionen geben oder die Reaktionen störend beeinflussen können. Durch Mikromolekulargewichtsbestimmungen werden generelle Gruppen- und Radikaleigenschaften festgestellt. Der Gewichts- und Maßanalyse, den histochemischen und allgemeinen physikalischen Methoden folgen optische. Ihre modernste Anwendung ist in Abschnitten wie Refraktometrie, Interferometrie, Spektralphotometrie, Nephelometrie usw. beschrieben. Auch verdienen hervorgehoben zu werden die Kapitel über Theorie und Praxis bei Messung der Wasserstoffionenkonzentration. Der erste Band schließt mit Angaben über die Materialbehandlung vom Sammeln der Pflanze bis zur Herstellung der Spezialauszüge und mit der Gesamtanalyse der Pflanze, die in Form eines Analysenganges aufgezeigt ist. Die zahlreichen Abbildungen (323) sind durchgängig in vorbildlicher Weise zur Darstellung gelangt.

Jedem, der auf dem Gebiete der Pflanzenanalyse arbeitet, wird das Handbuch ein wirklich guter und unentbehrlicher Wegweiser zur Überwindung der zahlreichen Schwierigkeiten sein.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Lehmann, E. und Aichele, F. Keimungsphysiologie der Gräser (Gramineen). Eine Lebensgeschichte des reifenden, ruhenden und keimenden Grassamens. 678 S., 152 Abb. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1931.

Auf keinem anderen Sondergebiet der pflanzlichen Lebensforschung dürften sich die Interessen und Blickrichtungen der reinen und angewandten Botanik so eng berühren, wie auf dem Gebiete der Samenkeimung. Die Entwicklungsperiode „Keimung“ war von jeher im pflanzlichen Leben ein bevorzugter Abschnitt, an dem die botanische Forschung die Klärung prinzipiell-wichtiger physiologischer Vorgänge erstrebte. Für das Studium der Auf- und Abbauvorgänge von Kohlehydraten, Eiweißkörpern und Fetten, neuerdings besonders für das Studium der Permeabilitäts- und Quellungserscheinungen, für das Studium der osmotischen Zustandsgrößen von Zellen und Organen, endlich für

die Durchleuchtung der mannigfachen Enzymvorgänge am pflanzlichen Organismus — für das Studium aller dieser Probleme bot der Keimprozeß seit langem einen überaus geeigneten pflanzlichen Wachstumsabschnitt dar. Dazu kommt die Fülle der Probleme, die die Interessentenkreise aus der Landwirtschaft und aus der Getreideverarbeitenden Industrie der Samenbiologie seit langem entgegenbringen. Der praktische landwirtschaftliche Betriebsleiter, die Samenkontrollstationen, der Getreidehandel, das Brauereigewerbe, die Futtermittelindustrie u. a. m. sind seit langem an der Klärung der Kausalverhältnisse beim Keimverlauf der Samen brennend interessiert; Samenbeizung und -stimulation sind aktuellste praktische Fragenkomplexe. Unendlich mannigfaltig sind somit die Blickrichtungen der einzelnen Untersuchungsansteller, schier unübersehbar ist die Flut der Veröffentlichungen in den verschiedenen Weltsprachen, und weit zerstreut in allen Fachzeitschriften finden sich die einschlägigen Untersuchungsergebnisse vor. Nicht nur eine Zusammenstellung der keimungsbiologischen Literatur, die an sich schon einer ungewöhnlichen Arbeitskraftanstrengung bedarf, sondern auch eine Verarbeitung des riesigen Forschungsmaterials nach einheitlichen Gesichtspunkten erwies sich seit Jahren als dringend notwendig. Denn „soll mit Erfolg eine keimungsphysiologische Weiterarbeit betrieben werden, so mußte früher oder später, so mußte so bald als möglich der Versuch einer Synthese gemacht werden“.

Dieser „Versuch“, wie ihn die Verff. bescheiden nennen, ist in dem vorliegenden Werk zweifellos glänzend gelungen. In weiser Stoffbeschränkung erstrecken die Verff. ihre Gesamtsynthese einer Keimungsphysiologie ausschließlich auf die der Gräser. Dadurch, daß der Lebensabschnitt der Gräserkeimung in der Darstellung unmittelbar angeschlossen wird an die physiologischen Gesamtvorgänge, die vor dem Keimprozeß liegen (Reifeprozess, Nachreife, Samenruhe usw.), ergibt sich ein zusammenhängendes geschlossenes Bild. Nicht nur die vielfach bei dem Keimverlauf verwickelten physikalisch-chemischen Prozesse werden einzeln und klar herausgearbeitet dargestellt, sondern auch das für die einzelnen Gramineenarten keimungsphysiologisch Bemerkenswerte wurde in den verschiedenen Sachabschnitten übersichtlich zusammengestellt.

Die Art der Stoffbearbeitung und die Gesichtspunkte, unter welchen die Gramineenkeimung in den verschiedenen Kapiteln von den Verff. beleuchtet wird, sind so vielseitig, daß sie sich hier nur andeuten lassen: Nach einem ersten einleitenden Abschnitt, in dem die Begriffe „Keimung“, „Ruhezustand“ usw. umrissen werden, wird im zweiten Hauptabschnitt die Entstehung der Gramineenfrucht und des Samens in morphologisch-anatomischer und chemisch-physikalischer Hinsicht abgehandelt. Die Ausführungen über die Vorgänge der Quellung und Osmose sind gerade für die keimungsphysiologische Weiterarbeit von grundlegender Wichtigkeit. Der dritte Hauptabschnitt behandelt die Vorgänge, die sich um die Begriffe Keimfähigkeit und Samenruhe gruppieren, wobei den Problemen der Lebensdauer der Grassamen, der Atmung des ruhenden Kornes, der Bildung der Fermente und Vitamine besondere Beachtung geschenkt wird und gleichzeitig die Bestimmungsmethoden zur Feststellung der Vitalität der Grassamen ohne die übliche Keimprobe abgehandelt werden. Der vierte Hauptabschnitt enthält die Ausführungen über die Nachreifevorgänge und ihre physiologischen Voraussetzungen. Weitaus den größten Raum nimmt der fünfte

Hauptabschnitt ein, in dem die eigentliche Keimung mit allen ihren stofflichen und energetischen Problemen abgehandelt wird. Besonders umfangreiche Unterabschnitte sind dem Wasser als keimungsauslösendem Medium (Minimum- und Maximumgaben), dem Einfluß der Chemikalien auf die Keimung (Beizung, Stimulation, Sterilisation usw.) gewidmet; weiter werden ausführlich besprochen die Einwirkung von Temperatur (konstant und wechselnd), die Einflüsse von Licht, Luft (Sauerstoff, Kohlensäure) und die Bedeutung besonderer Strahlen (Röntgen-, ultraviolette Strahlen usw.) auf die Gräserkeimung. Endlich erfährt die energetische Seite des Keimprozesses noch eine umfangreiche Beleuchtung durch die Abschnitte „Stoff- und Kraftumsatz“ und „Atmung“ bei der Keimung. Ein Literaturverzeichnis, das auf über 70 Seiten zusammengedrängt ist, stellt abschließend das Grundgerippe der von den Autoren zuvor gegebenen Gesamtsynthese der Gramineenkeimung dar und bietet damit eine in Zukunft unersetzliche Fundgrube für alle keimungsphysiologische Weiterarbeit.

Das Buch ist ohne Zweifel ein Standardwerk allerersten Ranges, da es in sämtlichen Weltsprachen keine ähnliche Arbeit gibt, die ihm zur Seite zu stellen wäre. Es noch besonders empfehlen zu wollen, wäre Vermessenheit des Referenten: es empfiehlt sich von selbst infolge der Fülle des Gebotenen, vor allem aber infolge der Vielseitigkeit der Blickrichtungen und der Stoffbearbeitung. Daß das Werk in Zukunft eine vielfache Benutzung erfahren und für alle keimungsphysiologische Weiterarbeit — insbesondere auch auf dem Gebiet der angewandten Botanik — ein Wegweiser sein wird, ist sicher. Was Referent wünschen möchte ist dies, daß das Buch wegen seiner hervorragend übersichtlichen Stoffeinteilung und -behandlung auch in Zukunft trotz schwerster wirtschaftlicher Zeiten durch Neuauflagen laufend die keimungsphysiologische „Führung“ behalten möge.

A. Scheibe, Berlin-Dahlem.

Schaffnit, E., Die Phytopathologie als Lehr- und Forschungsfach an den Hochschulen. (Bonner Mitteilungen, Heft 7, 1931. Herausgegeben von der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Rhein. Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn und der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf.)

In der Veröffentlichung bricht der Verfasser erneut eine Lanze für die Phytopathologie als ordentliches Lehr- und Forschungsfach an den Hochschulen. Er weist an Hand entsprechender Unterlagen darauf hin, daß das zunächst in Deutschland durch die Forschung erarbeitete Wissensgut nach Amerika abgewandert ist und hier in den letzten Jahrzehnten eine gewaltige Förderung erfahren hat, daß aber auch anderweitige fortschrittliche Staaten: Holland, Dänemark, neuerdings England und Rußland dazu übergegangen sind, für die Lehre von den Pflanzenkrankheiten und die Verbreitung der Forschungsergebnisse Sorge zu tragen. Lediglich an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn-Poppelsdorf besteht bis jetzt ein Ordinariat für Phytopathologie.

An der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin hat das Landwirtschaftsministerium in anderweitiger Form für gebührende Vertretung der Disziplin Sorge getragen. „In auffälligem Gegensatz hierzu ist aber bisher seitens des Preußischen Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung für die Phytopathologie an den fünf Universitäten, an denen die Möglichkeit zum Studium der Landwirtschaft besteht, so

gut wie nichts geschehen.“ Verfasser gibt dann einen Einblick in die Arbeitsweise und Ausbildung der Studierenden an dem Bonner Institut, fordert unter Hinweis auf die in anderen Ländern alljährlich für die Lehre und Forschung ausgegebenen Summen schleunigst Nachholung des Versäumten für Deutschland und weist eine Ablehnung des weiteren Ausbaues mit der Begründung „Knappheit der Mittel“ zurück. „Mittel für die Erforschung und Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten sind — gleichgültig ob extensive oder intensive Landwirtschaft — keine Luxusausgaben, sondern sie sind eine produktive Agrarhilfe im Interesse des Staates und der gesamten Volkswirtschaft, sie bedeuten Sorge für das tägliche Brot. Für den Landwirt selbst ist jeder nur mögliche Schutz seiner Saaten bis zur Ernte gegen Schädlinge und deren Bekämpfung eine selbstverständliche betriebswirtschaftliche Forderung zur Sicherung des in den Betrieb gesteckten Kapitals. Man bedenke, daß gerade in den durch pflanzenschutzliche Maßnahmen geretteten letzten Zentnern nicht selten die Rentabilität der ganzen Arbeit steckt.“

Rathschlag, Klein-Wanzleben.

Strasburger, E. Lehrbuch der Botanik, bearbeitet von H. Fitting, H. Sierp, R. Harder und G. Karsten. 18. Aufl. Jena, Gustav Fischer 1931, 640 S., 874 zum Teil farbige Abbildungen, brosch. 18,— M., geb. 20,— M.

Das Werk hat innerhalb von 36 Jahren 18 Auflagen erlebt und dürfte in wissenschaftlichen Kreisen hinreichend bekannt sein. Es umfaßt das ganze Gebiet der Botanik, gegliedert in die Abschnitte allgemeine Botanik (Morphologie und Physiologie) und spezielle Botanik (Systematik). Besonders für die niedere Systematik ist Kürze und für ein Lehrbuch weitgehendste Vollständigkeit in großem Maße erreicht. Der durch Fettdruck und Kleinschrift außerordentlich übersichtliche Text, sowie die zahlreichen Abbildungen, die genaue Erläuterung der allgemeinen botanischen Begriffe, sowie die große Klarheit in der Darstellung der Systematik machen das Buch trotz seines überraschend billigen Preises zu einem erstklassigen botanischen Lehrbuch.

In der Auflage 1931 sind die Farbendrucke, die teilweise neu angefertigt wurden, besonders gut herausgekommen. Im physiologischen Teil ist manches Neue und Ergänzende hinzugekommen, wie z. B. die Beschreibung und Abbildung des Ödometers, nähere Erläuterung über den Einfluß des Grundwassers und der Niederschläge auf den Wassergehalt der Böden, die Wasseraufnahme durch oberirdische Organe, sowie die „Wasserbilanz“ der Pflanzen. Die Kapitel über Assimilation und Atmung (Pettenkoferröhre), Gärung und Vererbung sind unter Berücksichtigung der modernen Forschungsergebnisse entsprechend umgeändert worden. Schematische Darstellungen in der niederen Systematik ermöglichen eine schnelle Orientierung über Generations- und Kernphasenwechsel. Innerhalb der *Chlorophyceae* sind die *Tetrasporales* und bei den *Oomycetes* die *Blastocladiaceae* neu aufgenommen. Auch die Getrenntgeschlechtlichkeit der Basidiosporen von *Puccinia* findet Erwähnung. Im allgemeinen Teil über die Moose und Farne sind sowohl der Text als auch die schematischen Darstellungen abgeändert und erweitert worden. Die *Primofilices* haben als Glied der *Filicinae* am Schluß der Farne vor den *Pteridospermae* Aufnahme gefunden. Die *Coniferae* sind um einige Familien vervollständigt worden. Die früher nur im allgemeinen Teil erwähnten *Begoniaceae*, *Linaceae*, *Oxalidaceae* und

Lemnaceae sind nun auch im speziellen Teil beschrieben. Die Reihe der *Spadiciflorae* wurde in die Reihen *Pandanales*, *Palmae* und *Arales* aufgeteilt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit hat das Literaturverzeichnis eine wesentliche Kürzung erfahren.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Wehmer, C. Die Pflanzenstoffe. 2. Auflage, II. Band. Verlag Gustav Fischer, Jena 1931. 870 Seiten, brosch. 60 RM., geb. 62,50 RM.

Wie bereits an dieser Stelle im Referat über den ersten Band erwähnt wurde, ließ sich die Neuauflage nicht mehr auf einen Band beschränken. Der zweite Band übertrifft bei weitem an Umfang den ersten und umfaßt das Gebiet der *Dicotyledones* von den *Simarubaceae* bis zu den *Compositae*. Neu aufgenommen sind folgende Familien: *Dilleniaceae*, *Empetraceae*, *Staphyleaceae*, *Hippocrateaceae*, *Marcgraviaceae*, *Hydrocaryaceae*, *Hippuridaceae* und *Cynomoriaceae*. Zur schnellen Orientierung ist dem zweiten Band ebenfalls ein Pflanzenfamilienverzeichnis vorangestellt. Die beiden Register am Schluß des Buches gelten für beide Bände und sind nach zwei Gesichtspunkten geordnet: I. Chemische Bestandteile, II. Pflanzen und Produkte. Allein die beiden Register, die 162 Seiten einnehmen, geben eine ungefähre Vorstellung von dem gewaltigen Tatsachenmaterial, das in diesem Werke in unübertrefflicher Weise vorbildlich gesammelt und eingeordnet wurde und durch vielseitige Quellenangaben belegt wird. Die Genauigkeit, mit der die Zitate aufgeführt sind, dürfte eine weitere Spitzenleistung in diesem Werke sein. Der erste Band erschien bereits 1929. Der zweite ist in diesem Jahre vollendet worden. Die Zeitspanne zwischen dem Erscheinen beider Bände wurde durch einen größeren Nachtrag verursacht, durch den es möglich war, die Literatur bis Mitte 1930 aufzunehmen. Der Nachtrag, der in den allgemeinen Index einbezogen ist, enthält, abgesehen von den Pflanzen und Pflanzenstoffen, die während der Entstehung des zweiten Bandes in der Literatur bekannt wurden, noch Vertreter, deren systematische Stellung ungeklärt und die Stoffe enthalten, deren Ursprung unbekannt ist.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Neuauflage das Doppelte an Material gegenüber der ersten enthält. Von mehr als 4000 Pflanzen werden die Inhaltsstoffe beschrieben. Die lateinische Benennung ist an Hand des Index Kewensis einer erneuten Prüfung unterzogen worden. Die Pflanzen sind nach dem Englerschen System aufgeführt. Jeder Familie ist ein besonderer Abschnitt gewidmet, der über Allgemeines innerhalb dieser Familie Aufschluß gibt. An diesen reiht sich die Besprechung der Gattungs-Charakteristika und schließlich die eigentliche Erläuterung der einzelnen Vertreter. Zunächst werden in Kürze die botanischen Notizen gegeben über Nomenklatur, Heimat, Geschichte, Verbreitung und Kulturgebiete, dann folgt die genaue Schilderung der Inhaltsstoffe, ihres Vorkommens, ihrer Darstellung, chemischen Zusammensetzung und weitgehendste Beschreibung ihrer Bestandteile unter Angabe der qualitativen und quantitativen Analysenresultate. Hierbei werden, wie z. B. bei *Mentha piperita* (ca. 25 Pfefferminzöle sind beschrieben) für jede Handelssorte die chemischen Bestandteile besonders aufgeführt. Neben diesen Resultaten sind noch eine Menge Spezialuntersuchungen eingefügt über die Unterschiede der chemischen Zusammensetzung in den einzelnen Teilen der Pflanze, über chemische Verschiedenheiten, die durch den Standort bedingt werden, ferner über

chemische Veränderungen, wie sie durch Gärungs-, Fermentationsprozesse usw. auftreten. Es ist ganz unmöglich, auch nur annähernd eine vollständige Schilderung geben zu können.

In „Wehmer, Die Pflanzenstoffe“ haben wir ein Nachschlagewerk vor uns, das durch seine Vollständigkeit, Kürze, gute Übersicht und reichhaltige Quellenangabe alle Bedingungen, die an ein solches Buch gestellt werden; restlos erfüllt.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Änderungen im Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik.

1. Adressenänderungen.

Brandenburg, Dr. E., Bergen op Zoom, Holland, Institut voor Suikerbietenteelt.

Busse, Geh. Ober-Reg.-Rat Dr. Walter, Rom (27), Via dei Villini 4.
Doerfel, Dr., Köln a. Rh., Elisenstr. 30.

Hassebrauk, Dr. Kurt, Braunschweig, Auguststr. 33.

Hiesch, Dr. Paul, Groß-Scheuern 230, Suramare, Post Hermannstadt, Sebin, Rumänien.

Klages, Prof. Dr. A., Berlin W. 30, Bayerischer Platz 3.

Meyer, Dr. Hans, Hamburg 30, Husumer Str. 46^{II}.

Modrow, Eberhard, Stargard i. Pommern, Hindenburgstr. 7.

Molz, Dr. E., Ober-Landwirtschaftsrat, Wiesbaden, Umlandstr. 15^{II}.

Sardiña, Rodriguez, Alvarez de Castro, 7—1^o, centro-Madrid, Spanien.

Storck, Dr. Alfred, Berlin-Steglitz, Herderstr. 25.

2. Neue Mitglieder.

Bucherer, Dr. Herbert, Bonn-Immenburg.

Marx, Prof. Dr., Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

Müller, Dr. phil. Hilarius, Diplomlandwirt, Ober-Olm, Kr. Mainz.

Niemann, Dr., Walter, Braunschweig, Friedensallee 20.

Personalmeldungen.

Die Kanadische phytopathologische Gesellschaft hat Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Appel, Berlin-Dahlem, zum Ehrenmitgliede ernannt.

Die türkische Regierung hat folgende deutsche Botaniker nach der Türkei berufen: Regierungsbotaniker Dr. Kotte als Direktor des Phytopathologischen Institutes in Angora; Dr. Scheibe als Sachverständigen für Getreidezüchtung nach Eskischehir; Dr. O. Schwarz als Sachverständigen für Phytopathologie nach Burnabad (Smyrna).

Studien über den Reifungsprozeß und die Haltbarkeit des schwedischen Obstes bei der Aufbewahrung im Kühlhause.

Von

Lorenz Rasmusson.

Kühl- und Gefrierhaus, Norrköping (Schweden).

Seit dem Jahre 1917 habe ich im Kühl- und Gefrierhause in Norrköping jährlich Versuche mit der Lagerung von Obst und Gemüse angestellt, um die Reifungsprozesse und die Haltbarkeit dieser Lebensmittel bei solcher Aufbewahrung zu untersuchen und festzustellen, zu welcher Zeit sie verkauft werden sollen, um die höchsten Preise dafür zu erzielen. Die untersuchten Früchte wurden aus den Obstgärten von Djurön und Sylten, Norrköping, sowie Norrviken und Stenkullen, Äby, entnommen.

Farbenveränderung am Obst während der Lagerung bei 0—1° C.

Die Reifung des Obstes nimmt mit der Dauer seines Verbleibens im Kühlhause¹⁾ zu. Man erkennt dieselbe in erster Linie an der Grundfarbe des Obstes, die von tiefem Grün — mit 1 bezeichnet — über Hellgrün (2), Gelbgrün (3) nach Gelb (4) übergeht.

Die rote Farbe des Obstes verändert sich während der Lagerung nicht, sondern nur die grüne.

Die amerikanischen Äpfel, die von Magness u. a. (2) untersucht wurden, änderten ihre Farbe während der Lagerung unbedeutend. Ein mit der Farbenbezeichnung 2 eingelieferter Apfel änderte selbst nach völliger Reifung seine Farbe nicht stärker als bis zu 2,5 oder höchstens 3; 4 wurde niemals erreicht. Erst bei einer Lagertemperatur von +4° C oder höher konnte man den Farbenpunkt 4 erzielen.

¹⁾ Über die Behandlung des Obstes vor der Einlieferung ins Kühlhaus und seine Aufbewahrung im Kühlhause siehe „Die Lebensmittel und ihre Aufbewahrung“ (1), S. 280—285. Verlag M. u. H. Schaper, Hannover 1931.

Die schwedischen Äpfel verhalten sich recht verschieden. Bei der Einlieferung ins Kühlhaus haben sie im allgemeinen Punkt 2. Während der Lagerung erreichen sie gewöhnlich Punkt 3—4, falls man sie bis zu den Monaten April und Mai aufbewahrt. Einige behalten dagegen die grüne Farbe bei und erreichen nur einen

Punkt von 2 und 3. Die Haltbarkeitstabellen auf S. 495 u. 497, 519 u. 521 zeigen dieses.

Die schwedischen Birnen haben ebenso wie die Äpfel im allgemeinen Punkt 2, wenn sie ins Kühlhaus kommen. Während der Lagerung erreicht ein Teil derselben Punkt 3, andere dagegen nur 2—3.

Mit dem allmählichen Fortschreiten des Reifungsprozesses im Kühlhause ändert sich auch die Farbe der Fruchtkerne von weiß oder hellbraun bei der Einlieferung des Obstes ins Kühlhaus in dunkelbraun beim Apfel und schwarz bei der Birne.

Ausnahmen von dieser Regel kommen jedoch bei Äpfeln wie Birnen vor. Bei gesunden Ribston, Melone, Dronning Louise, Cox's Pomona, Åkerö und Soldat Laboureur haben wir am 1. Juni des Jahres nach der Ernte weiße Kerne im Obst gefunden, das im Kühlhause gelagert hatte.

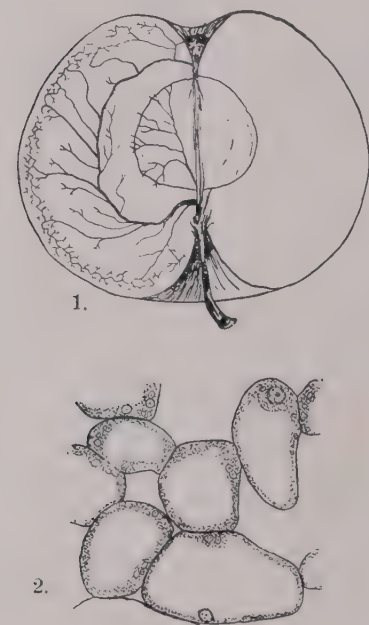


Abb. I.

1. Schematisierte Zeichnung des Längsschnittes eines Apfels, den Verlauf der Gefäßstränge im Kerngehäuse und Fruchtfleisch darstellend.

2. Fruchtfleisch eines gesunden Apfels mit Stärkekörnern. Nach Palm (5).

Bei jeder Obstart und in den Haltbarkeitstabellen finden sich die näheren Angaben hierüber.

Histologische Untersuchungen.

Zwecks Feststellung der Art der im Laufe der Aufbewahrung im Kühlhause an den Geweben des Obstes eintretenden Veränderungen führte ich mit der Ernte der Jahre 1925, 1926 und 1927 histologische Untersuchungen bei gewissen Obstsorten aus.

Das Obst wurde aus dem Kühlhaus entnommen, als „innerer Zusammenbruch“ und Fäulnisprozesse in den Geweben vorhanden waren. Daten hierüber siehe unter den Abbildungen. Die Frucht war somit am Ende ihrer Haltbarkeit. Einige noch gesunde Teile von Epi-, Meso- und Endokarp wurden nach der folgenden Methode behandelt. Zuerst wurden sie mit Zinkchlorid 2 g, Eisessig 2 ccm, Aqua destillata 100 ccm wenigstens 24 Stunden lang fixiert.

Die Härtung erfolgte je 24 Stunden lang in Alkohol 50%, 70%, 80%, 96% und absolutem Alkohol. Die Überführung in Paraffin ging über $\frac{1}{4}$ Cedernholzöl + $\frac{3}{4}$ absolut. Alkohol und $\frac{3}{4}$ Cedernholzöl + $\frac{1}{4}$ absolut. Alkohol je 24 Stunden lang und über reines Cedernholzöl je 48 Stunden lang. Geschnitten wurde mit Sartorius Mikrotom. Die Dicke der Schnitte betrug 20—35 μ . Zum Färben wurde benutzt: 1. Heidenhain (siehe Schneider, S. 109 (3)), 2. Alaunhämatoxylin nach Ehrlich (Schneider, S. 108 (3)), 3. Rutheniumrot von Mangin (Schneider, S. 262 (3)).

1. Die Ernte des Jahres 1925.

5. Die Oranienäpfel besitzen ein dünnes Epikarp und ein lockeres Mesokarp, wie Abb. II, 1—3 zeigt. Sowohl Epikarp als auch Mesokarp sind trotz der langen Lagerung gut erhalten, so daß die Zellwände im allgemeinen noch ganz sind. An einigen Stellen im Mesokarp findet man jedoch beginnenden Zerfall der Zellen. Im Epikarp dagegen halten die Zellverbände infolge fehlenden Zerfalls besser zusammen. Der Zerfallsprozeß beginnt offenbar im Mesokarp. Die Lebensdauer des Apfels wird demnach dadurch begrenzt, daß die Zellen in seinem Mesokarp absterben und zerfallen.

11. Steinkirche-Apfel. Wie aus den Abb. II, 5 und 6 hervorgeht, ist das Epikarp dünn. Das Mesokarp besteht teils aus lockerem, teils aus dichtem Gewebe. Das ganze Apfelgewebe ist trotz 10 Monate langer Lagerung gut erhalten. Das lockere Mesokarp (Abb. II, 7) stirbt zuerst ab und zerfällt, wie sämtliche Abbildungen zeigen. Das Epikarp und das dichte Mesokarp (Abb. II, 8) halten sich dagegen besser. Die Veränderungen lassen sich dort auch weniger leicht wahrnehmen.

12. Maglemer-Apfel. Das Epikarp läßt keine Veränderungen erkennen, sondern ist, wie Abb. II, 9 zeigt, gut erhalten.

Das Mesokarp (Abb. II, 10) ist teils locker, teils dicht. In den lockeren Partien des Mesokarps findet man deutliche Zerfallspro-

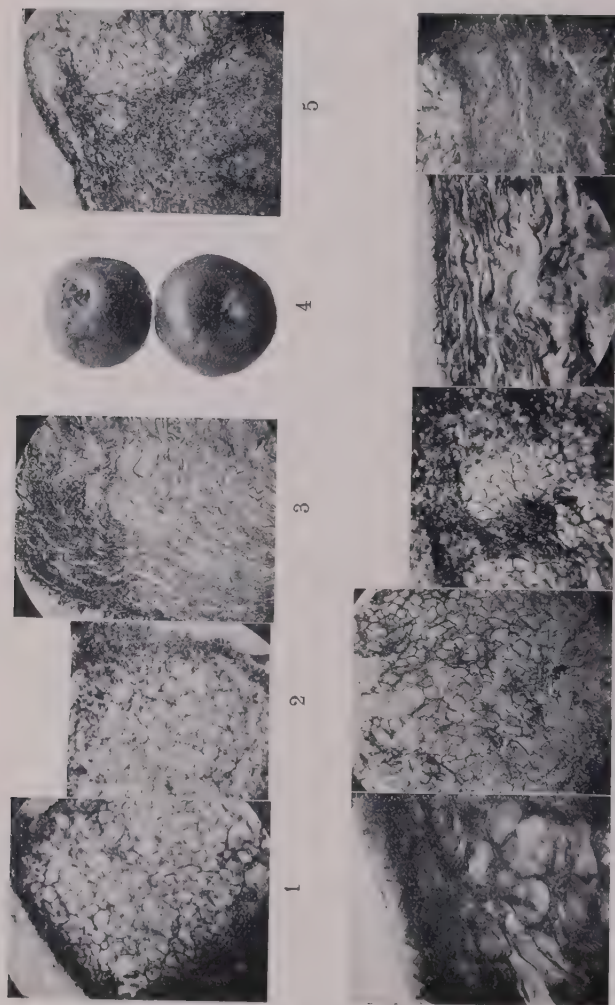


Abb. II.

Oranie-,Steinkirche-
und Maglemer-Äpfel
am 2. 10. 1925 in den
Kühlraum gelegt.

Oranie-Apfel am 25. 6.
1926, Steinkirche am
20. 9. 1926, Maglemer
am 1. 7. 1926 aus dem
Kühlraum genommen.

- | | | | | |
|---|---|-------------------------------|---|----|
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 und 2 Oranie-Apfel, Epi- und Mesokarp. | | 6 Steinkirche-Apfel, Epikarp. | | |
| 3 Oranie-Apfel, Epikarp. | | 7 und 8 " " Mesokarp. | | |
| 4 Steinkirche-Apfel, phot. am 1. 8. 1926. | | 9 Maglemer-Apfel, Epikarp. | | |
| 5 " " Epi- und Mesokarp. | | 10 " " Mesokarp. | | |

Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Leitz Objektiv 3: Photo: 1, 2, 5, 7, 8, Silberessin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 7: Photo: 3, 6, 9, 10, Silberessin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Gevaert Sensima Ortho-Halo: Photo: 4.

zesse gleich unter dem Epikarp (Abb. II, 9). Die Zerfallserscheinungen treten jedoch um so deutlicher hervor, je weiter man ins Innere des Mesokarps eindringt. Die Zellgrenzen sind verwischt und die Zellen hier und da zusammengeballt. Im dichten Mesokarp sind die Zellen dagegen besser erhalten (Abb. II, 10). Die Färbung ist in diesem Gewebe jedoch etwas ungleich, was darauf hindeutet, daß in demselben Degenerationsprozesse stattfinden. Der Unterschied in der Widerstandsfähigkeit zwischen dichtem und lockerem Mesokarp ist sehr augenscheinlich.

20. Der gelbe Gravensteiner Apfel besitzt ein dünnes Epikarp (Abb. III, 3). Unter demselben liegt das Mesokarp mit großen Zellen, die zu zerfallen beginnen (Abb. III, 3). Man beobachtet eine ungleichmäßige Färbung der Zellwände, von denen außerdem einige auseinandergehen. Abb. III, 5 zeigt ein degeneriertes, lockeres Mesokarp, das nur mit gewisser Schwierigkeit die Farbe annimmt. Das dichte Mesokarp (Abb. III, 4) ist bedeutend weniger verändert. Eine Degeneration läßt sich aber auch hier erkennen, nämlich besonders in der Mitte der Abbildung.

21. Der rote Gravensteiner Apfel zeigt ein gesundes Epikarp mit roten Farbkörpern gleich unter dem Epithel (Abb. III, 6), darunter sieht man das Mesokarp, das degeneriert ist und undeutliche Zellgrenzen besitzt. Abb. III, 7 zeigt ein degeneriertes und zerfallenes Epikarp. Hier ist das Mesokarp besser erhalten, die Zellgrenzen sind auch deutlicher, obgleich sich das ganze Bild durch Degeneration kennzeichnet.

Die Abb. III, 8 stellt das lockere Mesokarp mit roten Farbkörpern dar, die entweder als vereinzelte Körner oder als zusammengeballte Klumpen im Gewebe verstreut liegen.

Abb. III, 9 zeigt eine Insel von Steinzellen im Zentrum und um dieselbe herum einen runden Ring von roten, im Mesokarp angehäuften Farbkörpern. Die Steinzellen sind weiß, färben sich nur unbedeutend, die Zellgrenzen sind undeutlich und gehen ineinander über.

Das im Zerfall begriffene Mesokarp ist in Abb. III, 10 wiedergegeben. Die roten Farbkörper liegen frei im Gewebe. Die Zellgrenzen des Mesokarps sind nicht mehr wahrnehmbar.

22. Rosenreihher-Apfel. Beim Rosenreihher-Apfel zeigen sowohl Epikarp als auch Mesokarp (Abb. IV, 1—3) degenerative Erscheinungen. Sie färben sich schlecht und ungleichmäßig und die Zellwände sind zerfallen. Beim Mesokarp (Abb. IV, 2) ist die

Degeneration an einzelnen Stellen besonders ausgeprägt, an anderen dagegen sind die Zellwände besser erhalten.

25. Der gelbe Richard-Apfel besitzt ein ziemlich dickes Epikarp und ein ebenfalls stark gebautes Mesokarp. Beide sind im großen und ganzen gut erhalten, obgleich die Äpfel 9 Monate lang gelagert hatten. Im Epikarp bemerkt man jedoch gewisse degenerative Veränderungen (Abb. IV, 6) mit zusammenfließenden Zellgrenzen.

Das Mesokarp gleicht in Abb. IV, 7 völlig demjenigen gesunder Äpfel. In Abb. IV, 8 bemerkt man dagegen, daß es im Zerfall begriffen ist. Es bietet jedoch offenbar starken Widerstand gegen Zerstörungsprozesse.

26. Die Alexander-Äpfel besitzen ein ziemlich dünnes Epikarp und ein lockeres Mesokarp. Beide zeigen nach 9 Monate langer Lagerung nur geringgradigere Veränderungen (Abb. IV, 9 u. 10).

Haltbarkeitstabelle für Obst.

Ernte des Jahres 1925.

Nr.	Obstart	Ins Kühlhaus gelegt		Fäulnisprozesse beginnen in der Frucht im Monat des folgenden Jahres						Summe
				April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	
		Datum	St.	St.	St.	St.	St.	St.	St.	
Äpfel		1925								
5	Oranie	2. 10.	6	—	3	3	—	—	—	6
11	Steinkirche	"	6	2	—	2	—	—	2	6
12	Maglemer	"	6	—	2	3	1	—	—	6
13	Graugelbling	"	6	—	2	2	1	—	1	6
14	Signe Tillisch . . .	"	6	3	3	—	—	—	—	6
20	Gelber Gravensteiner	"	6	—	1	4	—	—	1	6
21	Roter	"	6	—	3	2	1	—	—	6
21	"	"	6	—	2	4	—	—	—	6
22	Rosenreiherr	"	5	—	2	2	1	—	—	5
25	Gelber Richard . . .	"	8	—	2	4	—	—	2	8
26	Alexander	"	6	—	2	3	1	—	—	6
32	Cellini	"	5	—	3	2	—	—	—	5
Birnen										
15	Doyenné du Comice	"	5	—	2	1	2	—	—	5
16	Graf Moltke	"	6	—	2	2	2	—	—	6
	Schwedische Weintrauben	"	2 Trau- ben	—	1	1	—	—	—	2

Haltbarkeitstabelle für schwedische Äpfel, Birnen und

Nr.	Obstart	Name des Obst- gartens	Die Geologie des Obstgartens nach der geologischen Karte	Alter des Obstbaumes in Jahren	Boden- beschaffen- heit in der Nähe des Obst- baumes	Beim Auf- bewahren im gewöhnlichen Obstlagerraum	
						halt- bar bis zum	soll ver- kauft resp. angewandt werden im
Äpfel							
5	Oranie . . .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	16	schwarzer Humus	15. 10.	Sept./Okt.
11	Steinkirche . .	Norrviken	" Granit, Lehm	31	Sandhumus	15. 12.	Nov./Dez.
12	Maglemer . .	"	" " "	35	"	"	"
13	Graugelbling .	"	" " "	37	"	"	"
14	Signe Tillisch .	"	" " "	35	"	1. 1.	"
20	Gelber Graven- steiner . . .	Sylten	" Gneis, Lehm	26	"	15. 1.	Dez./Jan.
21	Roter Graven- steiner . . .	"	" " "	24	"	"	"
22	Rosenreih . .	"	" " "	20	"	"	"
25	Gelber Richard	Norrviken	" Granit, Lehm	34	"	1. 3.	Jan./Febr.
26	Alexander . .	"	" " "	21	"	"	"
32	Cellini . . .	"	" " "	34	"	1. 4.	Febr./März
Birnen							
15	Doyenné du Co- mice . . .	Norrviken	Kies, Granit, Lehm	27	Lehm	1. 1.	Dez.
16	Graf Moltke .	Djurön	" Gneis, Lehm	15	schwarzer Humus	"	"
Schwedische Weintrauben							
		Norrviken	Kies, Granit, Lehm	10	Sandhumus	1. 12.	Nov.

Degenerative Veränderungen lassen sich im Mesokarp feststellen, hier findet sich nämlich Zellzerfall. Im dichten Mesokarp ist dieses nicht wahrnehmbar.

32. Cellini-Äpfel, die vom 2. 10. 1925 bis zum 1. 7. 1926, also 9 Monate gelagert hatten, besitzen gut erhaltene Struktur im Epikarp und im Mesokarp. Dieses bezieht sich sowohl auf das lockere als auch auf das dichte Gewebe, wie Abb. V, 1—3 zeigt. Die Zellgrenzen sind deutlich und lassen keinen Zerfall wahrnehmen.

15. Die Doyenné du Comice-Birne zeigt die größten Veränderungen im Epikarp, die sich durch Zerfall und Degeneration

Weintrauben bei der Lagerung im Kühlhause, Ernte 1925.

Bei der Aufbewahrung im Kühlhause									
Das Obst wurde ins Kühlhaus eingelief. am	Alle Früchte haltbar bis zum	Grundfarbe der Frucht	Farbe des Kernes	„Innerer Zusammenbruch“ am	Das Obst soll verkauft resp. angewandt werden im Monat	Alle Früchte waren zerstört	Die Frucht ist im Kühlhause länger haltbar Anzahl Monate	Schimmelbildung	
		am Ende der Haltbarkeit						auf verdorbenen Flächen des Obstes	im Kernhause
2. 10.	1. 5.	2—3	dunkelbraun	Mai	März/April	1. 7.	6,5	Mai	nicht
"	1. 4.	3	"	1. 6.	Febr./März	1. 10.	3,5	nicht	"
"	1. 5.	2—3	"	15. 5.	März/April	15. 7.	4,5	"	"
"	"	2—3	"	"	"	1. 10.	4,5	"	"
"	1. 4.	3	"	1. 4.	Febr./März	1. 6.	3	1. 5.	"
"	1. 5.	3	"	1. 6.	März/April	1. 10.	3,5	nicht	"
"	"	3	"	1. 7.	"	15. 7.	3,5	"	"
"	"	2—3	"	1. 5.	"	"	3,5	"	"
"	"	2—3	"	15. 5.	"	1. 10.	2	"	"
"	"	3	"	1. 7.	"	15. 7.	2	"	"
"	"	2—3	"	5. 5.	"	"	1	15. 5.	"
2. 10.	1. 5.	2—3	schwarz	Mai	März/April	15. 7.	4	nicht	nicht
"	"	3	"	"	"	"	4	"	"
2. 10.	1. 5.	braun	schwarz	Juni	März/April	15. 7.	5	Mai	nicht

kennzeichnen (Abb. V, 4). Das Mesokarp mit dem dichten Gewebe und den Steinzellen in Form von Inseln ist dagegen trotz der langen Lagerung sehr wenig in Mitleidenschaft gezogen, wie Abb. V, 5 zeigt.

16. Die Graf-Moltke-Birne besitzt ein unverändertes Epikarp (Abb. V, 6) und ein gut erhaltenes Mesokarp (Abb. V, 7, 8 u. 9). Im letztgenannten (9) sind die Zellen von einer gelben, homogenen Substanz angefüllt. Diese Birne ist gegen Zerstörungsprozesse offenbar sehr widerstandsfähig und deshalb sehr haltbar.

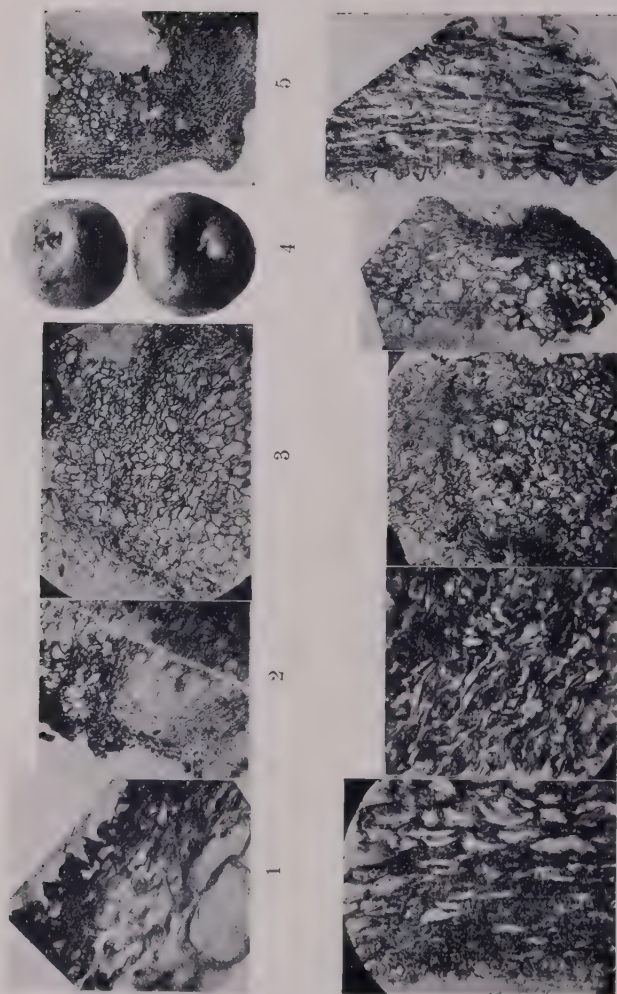


Abb. IV.

Rosenreifer-, Gelbe
Richard-u. Alexander-
Äpfel am 2. 10. 1925 ins
Kühlhaus gekommen.
Am 2. 7. 1926 aus dem
Kühlhaus genommen.

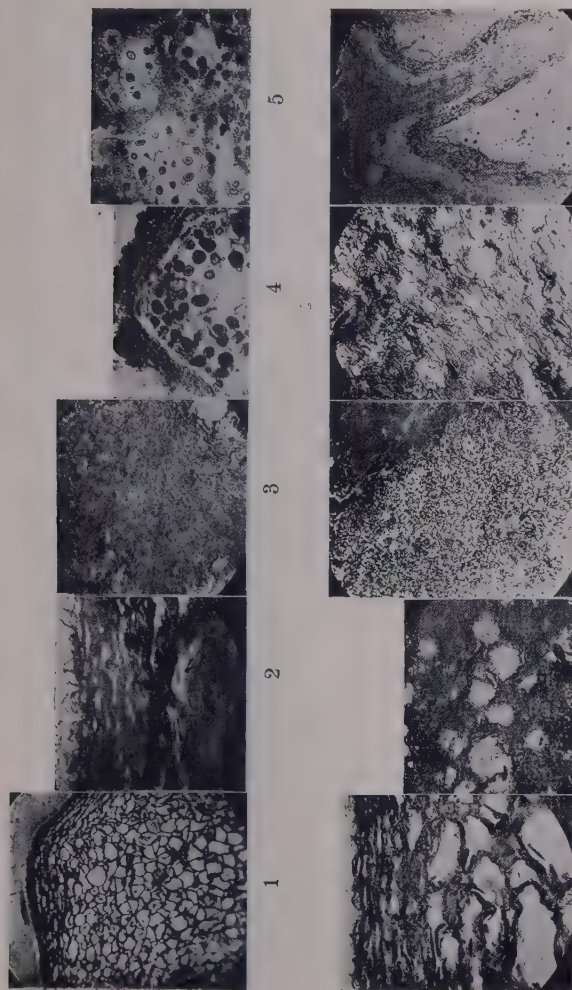
- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|----|
| 1 und 2 Rosenreifer-Äpfel, Epi- und Mesokarp. | 6 (gelber Richard-Äpfel, Epikarp. | 9 | 10 |
| 3 Rosenreifer-Äpfel, Mesokarp. | 7 " " " Mesokarp, dichter. | | |
| 4 Gelber Richard-Äpfel, photogr. 1. 7. 1926. | 8 " " " lockerer. | | |
| (Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. | 9 Alexander-Äpfel, Epi- und Mesokarp. | | |
| 5 Gelber Richard-Äpfel, Epi- und Mesokarp. | 10 " " Epikarp. | | |

Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Leitz Objektiv 3: Photo: 2, 3, 5, 8, 9, Silbereosin orthochromatische
Platte nach Vogel-Obernetter. Leitz Objektiv 7: Photo: 1, 6, 7, 10, Silbereosin orthochromatische Platte
nach Vogel-Obernetter, Perutz, München.

Abb. V.

Cellini-Äpfel,
Doyenné du Comice-
und Graf Moltke-
Birnen u. schwedische
Weintrauben am 2. 10.
1925 ins Kühlhaus ge-
kommen.

Am 1. 7. 1926 aus dem
Kühlhaus genommen.



- | | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|--|----|
| 1 Cellini-Äpfel, Epikarp. | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2 " " , Epi- und Mesokarp, locker. | | | | 6 Graf-Moltke-Birnen, Epikarp. | |
| 3 " " , Mesokarp, dichter. | | | | 7 " " , Mesokarp mit Steinzellen. | |
| 4 Doyenné du Comice-Birnen, Epikarp. | | | | 8 " " , " , dichter. | |
| 5 " " , Mesok. m. Steinzellen. | | | | 9 " " , " , lockerer. | |
| | | | | 10 Schwedische Weintrauben, Epi- und Mesokarp. | |

Färbung: Heidenhain: Photo: 1. Ehrlich + Rutheniumrot: Photo: 2—10. Photo: 1—10 Silbercesin
orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 1, 3, 5,
7, 8, 10. Leitz Objektiv 7: Photo: 2, 4, 6, 9.

Die Ernte des Jahres 1926.

6. Die Åkerö-Äpfel zeigen mikroskopisch (Abb. VI, 2) bedeutende Degeneration und Zerfall. Das Epithel ist zwar noch fast unversehrt, aber unter demselben nimmt man geborstene und zerfallene Zellwände wahr. Nur hier und da läßt sich die ursprüngliche Lage der Zellgrenzen vermuten. Die Zellen sind jedoch nicht etwa zu einer chaotischen Masse zerfallen, sondern haben ihre Struktur annähernd beibehalten zum Unterschied von dem in gewöhnlichen Obstlagerräumen reifenden Obst, das zu einer völlig strukturlosen Masse zerfällt.

7. Cox's Pomona-Äpfel (Abb. VI, 4) kennzeichnen sich durch einigermaßen gut erhaltene Struktur. Die Epikarpzellen sind ganz und heben sich ziemlich scharf voneinander ab. In dem darunterliegenden Gewebe sind die Zellgrenzen jedoch undeutlich und gehen ineinander über, was auf Degeneration und Zerfall hindeutet.

10. Filippa-Äpfel (Abb. VI, 6) zeigen Degeneration und Zerfall sowohl im Epi- als auch im Mesokarp, besonders jedoch im letzteren. Man sieht aber, daß das Epikarp bedeutend haltbarer ist als die unter demselben gelegenen Schichten. Diese sind viel stärker auseinandergesprengt und sehr wenig gefärbt.

Das Aussehen des Gefäßgewebes im Mesokarp geht aus Abb. VI, 7 hervor. Das Gefäßgewebe einschließlich der Gefäße ist nicht nennenswert verändert. Dagegen befindet sich das benachbarte Mesokarp im Zerfall. Die Zellgrenzen sind nicht mehr vorhanden, sondern die Splitter der geborstenen Zellwände liegen hier und da verstreut.

11. Die Steinkirche-Äpfel zeigen nur geringgradigere Veränderungen im Epi- und Mesokarp (Abb. VI, 9). Dieses und ebenfalls die unter demselben gelegenen Gewebe sind gut erhalten. Tiefer im Mesokarp findet man jedoch größere Veränderungen. Rechts im Bilde (Abb. VI, 10) sieht man ein degeneriertes und zerfallenes Mesokarp, das die Farbe nur schlecht absorbiert hat. Die Grenzen der Sklerenchymzellen treten jedoch schärfer hervor.

13. Die Graugelbling-Äpfel haben ein kräftiges, breites Epikarp, das sich während 7 Monate langer Lagerung nur unbedeutend verändert hat (Abb. VII, 2). Das Gefäßgewebe ist, wie Abb. VII, 3 zeigt, ebenfalls sehr gut erhalten. In der Abb. VII, 2 sieht man jedoch, daß sich das Mesokarp im Anfangsstadium der Degeneration und des Zerfalls befindet. Im großen und ganzen

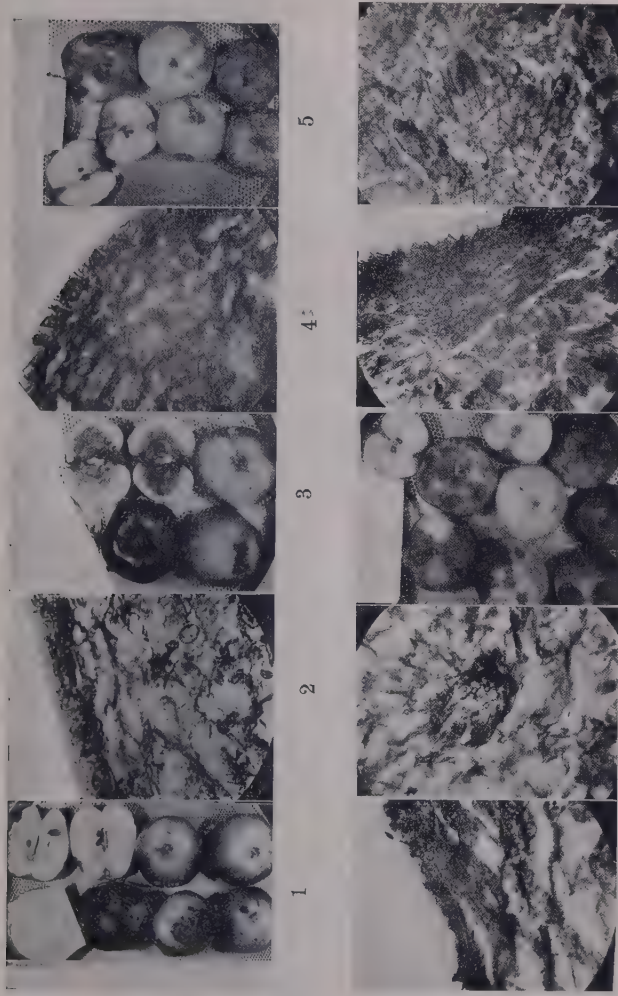


Abb. VI.
 6 Åkerö-, 7 Cox's
 Pomona-, 10 Filippa-,
 11 Steinkirche-Äpfel
 am 20. 10. 1926 in das
 Kühlhaus gekommen.
 Am 31. 5. 1927 aus dem
 Kühlhaus genommen.

6
 1 Åkerö, fotogr. am 31. 5. 1927.
 2 " , Epi- und Mesokarp.
 3 Cox's Pomona, fotogr. am 31. 5. 1927.
 4 " , Epi- und Mesokarp.
 5 Filippa, fotogr. am 31. 5. 1927.
 6 Filippa, Epikarp.
 7 " , Mesokarp mit Gefäßen.
 8 Steinkirche, fotogr. am 31. 5. 1927.
 9 " , Epi- und Mesokarp.
 10 " , Mesokarp mit Steinzellen.
 Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 3, 5, 8: Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo, exponiert 2 Min.
 Photo: 2, 4, 6, 7, 9, 10: Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obenerter, Perutz, München.
 Leitz Objektiv 7: Photo: 2, 4, 6, 7, 9, 10, 15 Minuten exponiert.

erhält man aber den Eindruck, daß das Gewebe demjenigen frischer Apfel gleicht.

14. Signe Tillisch-Äpfel besitzen, wie Abb. VII, 5 zeigt, kräftigen Bau. Dicke, starke Stränge dichten Mesokarps durchziehen die Äpfelpulpa und teilen das lockere Mesokarp in Zellinseln auf, ähnlich wie im Birnengewebe. Das dichte Gewebe ist hier nicht verändert, das lockere Mesokarp ist dagegen nicht so gut erhalten, sondern zeigt Degenerationerscheinungen, schlechte Färbung, Zellzerfall usw.

Das Epikarp gleicht dagegen gesundem Gewebe. Aus der Abb. VII, 6 ist ersichtlich, daß die Zellen deutlich und scharf abgegrenzt sind und gut erhaltene Zellwände sowie gelbe Farbkörper besitzen.

Auch das dichte Mesokarp mit den Sklerenchymzellen und dem Gefäßgewebe ist von der langen Lagerung unbeeinflußt geblieben, was aus Abb. VII, 7 hervorgeht. Dieser Apfel scheint infolge seines kräftigen Baues Fäulnisprozessen überhaupt stark zu widerstehen.

20. Die gelben Gravensteiner Äpfel besitzen ziemlich kräftigen Bau. Sowohl Epi- als auch Mesokarp bieten Zerstörungsprozessen starken Widerstand. Die Zellgrenzen beginnen jedoch unscharf zu werden, was man sowohl im Epi- als auch Mesokarp wahrnimmt (Abb. VII, 9 u. 10).

24. Die Winter-Goldparmäne-Äpfel haben ein schwaches Epikarp (Abb. VIII, 2 u. 3). Das Mesokarp wird dagegen von starken Strängen dichten Gewebes durchzogen, was aus Abb. VIII, 4 ersichtlich ist. Das dünne Epikarp bietet jedoch gegen Zerstörungsprozesse einen recht starken Widerstand.

Das lockere Gewebe des Mesokarps vermag denselben schwerer zu widerstehen und zerfällt deshalb schneller. Hier findet man auch die ersten Degenerationerscheinungen.

25. Die gelben Richard-Äpfel besitzen lockeres Epi- und Mesokarp, die nach 7 Monate langer Lagerung noch ziemlich gut erhalten sind. Das Mesokarp zeigt aber beginnenden Zellzerfall (Abb. VIII, 6). Hier sieht man also die ersten Degenerationerscheinungen.

26. Alexander-Äpfel haben ein zwar dünnes, aber widerstandsfähiges Epikarp, wie Abb. VIII, 8 zeigt. Das Mesokarp befindet sich dagegen im Zerfall. Dieses tritt besonders bei stärkerer Vergrößerung hervor (Abb. VIII, 9). Hier sieht man nämlich die zersprengten Zellen und Teile von Zellwänden hier und da zerstreut liegen.

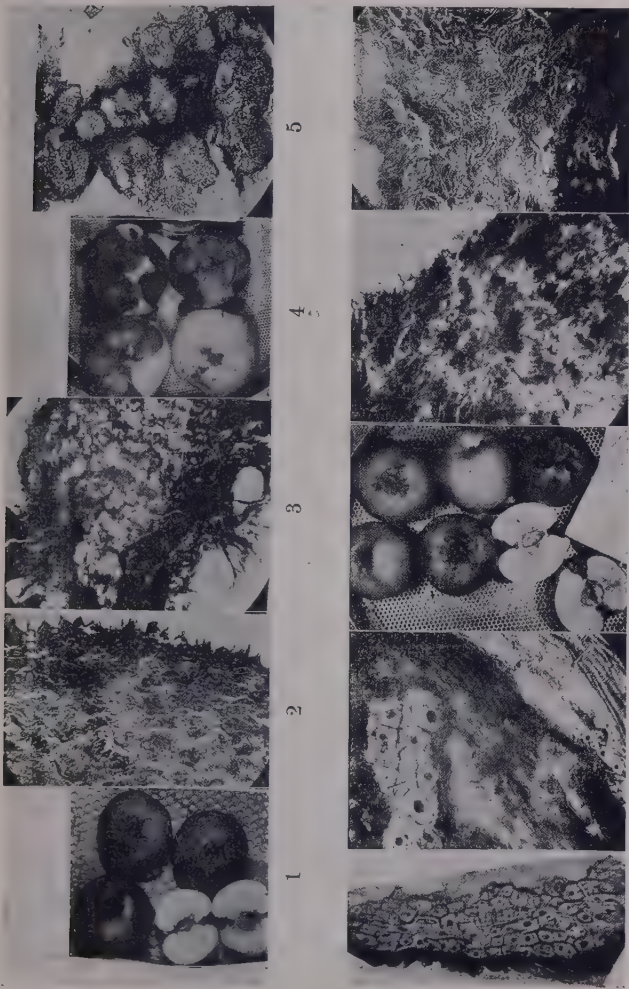


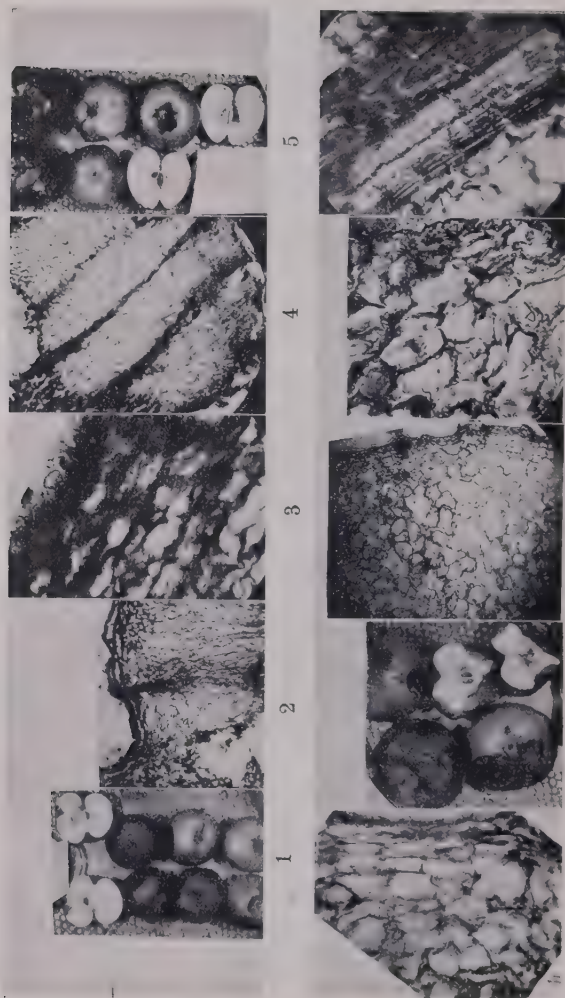
Abb. VII.
Graugelbling- und
Signe Tillisch- und
Gelbe Gravensteiner
Äpfel am 20. 10. 1926 ins
Kühlhaus gelegt.
Am 31. 5. 1927 aus dem
Kühlhaus genommen.

- 1 Graugelbling, fotogr. am 31. 5. 1927.
2 " " , Epi- und Mesokarp.
3 " " , Mesokarp mit Gefäßen.
4 Signe Tillisch, fotogr. am 31. 5. 1927.
5 " " , Epi- und Mesokarp.
6 Signe Tillisch, Epikarp.
7 " " , Mesok. m. Steinzellen u. Gefäßen.
8 Gelber Gravensteiner, phot. am 31. 5. 1927.
9 " " , Epi- und Mesokarp.
10 " " , Mesokarp dichter.
Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 4, 8, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo, exponiert 2 Min.
Photo: 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Pernitz, München.
Leitz Objektiv 3: Photo: 5, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 2, 3, 6, 7, 9, 10, 15 Min. exponiert.

Abb. VIII.

Winter-Goldparmäne-,
Gelbe Richard- und
Alexander-Äpfel am
20. 10. 1926 ins Kühlhaus
gelegt.

Am 31. 5. 1927 aus dem
Kühlhaus genommen.



- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|----|
| 1 Winter-Goldparmäne, fotogr. am 31. 5. 1927. | 6 Gelber Richard, Epi- und Mesokarp. | 9 | 10 |
| 2 " " ; Epi- und Mesokarp. | 7 Alexander, fotogr. am 31. 5. 1927. | | |
| 3 " " ; Epikarp. | 8 " ; Epi- und Mesokarp. | | |
| 4 " " ; Mesokarp. | 9 " ; Mesokarp. | | |
| 5 Gelber Richard, fotogr. am 31. 5. 1927. | 10 " ; mit Gefäßen. | | |

Färbung: Ehenlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 5, 7: Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo, 2 Min. exponiert.
Photo: 2, 3, 4, 6, 8—10, Silberessin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München.
Leitz Objektiv 3: Photo: 2, 4, 8, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 3: Photo: 3, 6, 9, 10, 15 Min. exponiert.

Abb. VIII, 10 zeigt Degeneration und Zerfall im Gefäßgewebe, besonders in dessen Mitte. Das danebenliegende dichte Mesokarp ist besser erhalten, während sich das lockere Mesokarp auf der andern Seite der Gefäße im Zerfall befindet und in kleine Teile zersplittert ist.

27. Die Melonen-Äpfel besitzen ein kräftig gebautes Mesokarp. Dicke Stränge dichten Gewebes durchziehen die Pulpa (Abb. IX, 2). Die Zellen haben dicke Wände, die fast ganz unversehrt und frei von Veränderungen sind, trotz 7 Monate langer Lagerung, wie die Abb. IX, 2 u. 3 zeigen. Das Epikarp ist ebenfalls ziemlich gut erhalten (Abb. IX, 4), doch scheint die Degeneration in diesem Apfel im Epikarp einzusetzen.

29. Die Boiken-Äpfel besitzen ein breites, kräftiges Epikarp, das sich während der Lagerung nicht nennenswert verändert hat (Abb. IX, 6). Dicke Stränge dichten Gewebes durchziehen dasselbe gleich unter dem Epithel.

Im dichten Mesokarp (Abb. IX, 7) sind gewisse Teile zersprengt und schwach gefärbt, während sich andere in unversehrtem Zustande befinden und sich kräftig färben.

Die Sklerenchymzellen im Mesokarp (Abb. IX, 10) sind gut erhalten und besitzen deutliche Zellgrenzen, während das lockere Mesokarp zerfallen ist (Abb. IX, 8). Abb. IX, 9 liefert ein noch besseres Zeugnis für diesen Zerfall.

Aber auch die Gefäße zeigen Degeneration, wenigstens an einigen Stellen, was aus Abb. IX, 8 hervorgeht. Das dichte Mesokarp ist hier einigermaßen erhalten, aber sobald man ins lockere Mesokarp eindringt, beobachtet man eine Zersplitterung dieses letzteren Gewebes.

32. Die Cellini-Äpfel haben ein ziemlich lockeres Epi- und Mesokarp mit großen Zellen (Abb. X, 2 und 3). Das Epithel tritt ziemlich schwach hervor, was auf der während der Lagerung eingetretenen Degeneration desselben beruht.

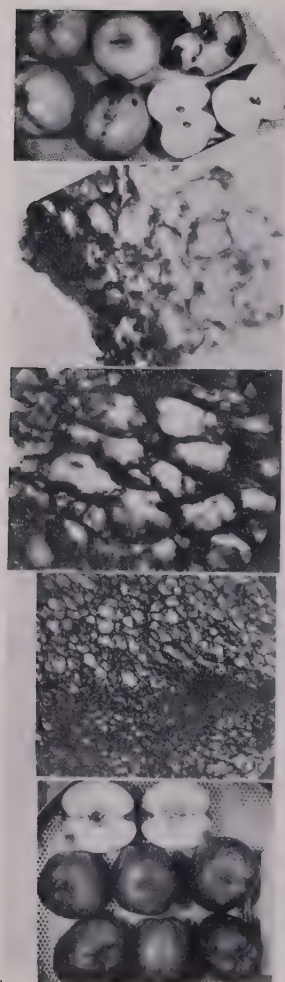
Im Mesokarp (Abb. X, 3) sind bereits Zerfallsprozesse eingetreten. Ein Teil der Zellwände hält noch, andere befinden sich jedoch im Zustande der Auflösung und des Zerfalls. Degeneration findet sich im Mesokarp in der Nachbarschaft des Gefäßgewebes, wie (Abb. X, 4) zeigt. Das Gefäßgewebe selbst hebt sich dagegen wegen seiner distinkt gefärbten Ringstränge rings um die Gefäße scharf ab.

33. Die Ribston-Äpfel haben ein recht kräftiges Epikarp. Von der Oberfläche aus sehen die Zellen (Abb. X, 6) ganz unver-

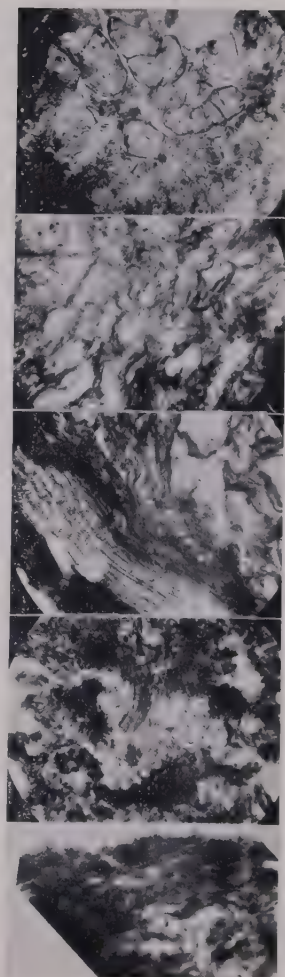
Abb. IX.

Melone-u.Boiken-Äpfel
am 20. 10. 1926 ins Kühl-
haus gelegt.

Am 31. 5. 1927 aus dem
Kühlhaus genommen.



1 2 3 4 5



6 7 8 9 10

1 Melon, fotogr. am 31. 5. 1927.

2 " , Mesokarp.

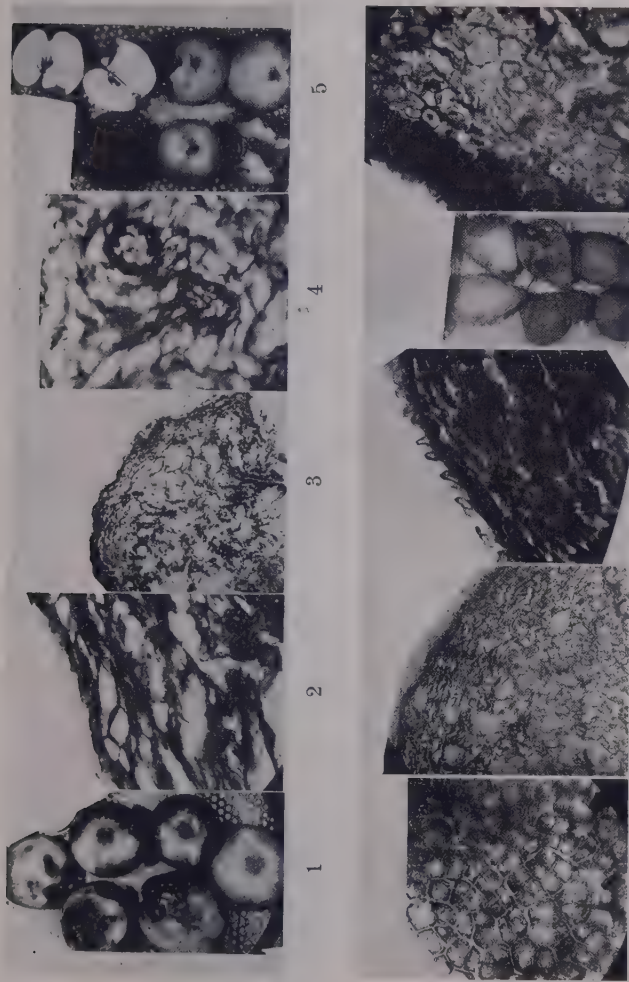
3 " , "

4 " , Epikarp.

5 Boiken, fotogr. am 31. 5. 1927.

Färbung: Photo: 2, 3 und 4 Heidenhain, die übrigen Photos: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo 1 und 5: Gevaert Sensina Ortho Anti-Halo, 3 Min. exponiert, Photo: 2—4, 6, 10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 2, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 3, 4, 6—10, 15 Min. exponiert.

Abb. X.
Cellini- und Ribston-
Äpfel, Gute - Louise-
Birne am 20. 10. 1926 ins
Kühlhaus gelegt.
Am 31. 5. 1927 aus dem
Kühlhaus genommen.



- 1 Cellini, fotogr. am 31. 5. 1927.
2 " , Epikarp.
3 " , Epi- und Mesokarp.
4 " , Mesokarp mit Gefäßen.
5 Ribston, fotogr. am 31. 5. 1927.
6 Ribston, fotogr. am 31. 5. 1927.
7 " , Epi- und Mesokarp.
8 " , Epikarp.
9 Gute Louise, fotogr. am 31. 5. 1927.
10 " , Epi- und Mesokarp.
Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1. 5, 9. Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2-4, 6-8, 10, Silbereosin orthochromatische Platte nach Vogel-Obermeyer, Perutz, München, Leitz-Objektiv 3: Photo: 3, 3 Min. exponiert. Leitz-Objektiv 7: 2, 4, 6, 7, 8, 10, 15 Min. exponiert.

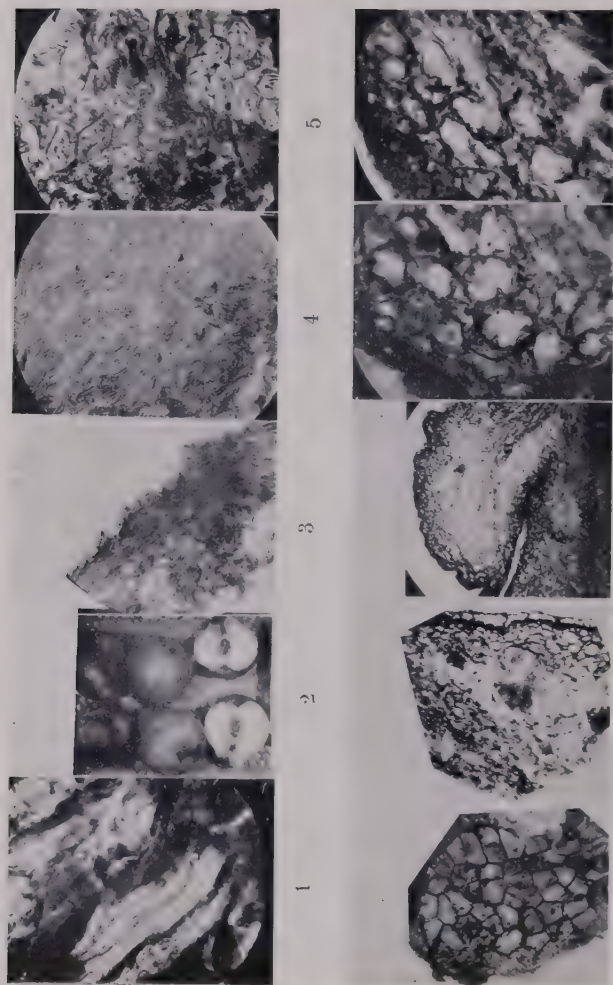


Abb. XI.
Gute-Louise- und Doyenné-du-Comice-Birnen am 20. 10. 1926 ins Kühlhaus gelegt.
Schwedische Weintrauben am 1. 10. 1926 ins Kühlhaus gelegt.
Alle am 31. 5. 1927 aus dem Kühlhause genommen.

- | | | | | |
|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
- 1 Gute Louise, Mesokarp mit Gefäßen.
2 Doyenné du Comice, photograph. am 31. 5. 1927
3 " " " " Epikarp.
4 " " " " Mesokarp.
5 " " " " mit Steinzellen.
6 Schwed. Weintrauben, Epikarp, v. auß. ges.
7 " " " " Epikarp, v. auß. ges.
8 " " " " Weinsäurekristallen.
9 " " " " Epi- und Mesokarp.
10 " " " " Mesokarp.
- Photo: 2, Gevaert Sensina Ortho Anti-Halo. Photo: 1, 3—10, Silberrosin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz. München. Leitz Objektiv 3: 7, 8 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 15 Min. exponiert.

ändert aus und besitzen scharfe Zellgrenzen sowie deutliche Struktur. Tiefer im Epikarp bemerkt man jedoch degenerative Veränderungen (Abb. X, 7 und 8). Diese treten noch deutlicher im Mesokarp mit seinem lockeren Bau auf. Hier ist der Zerfall mit Verwischung der Zellgrenzen augenscheinlich.

14. Die gute Louise-Birne¹ besitzt ein ziemlich dickes Epikarp, das sich während der Lagerung wenig verändert (Abb. X, 10).

Haltbarkeitstabelle für Obst.

Ernte des Jahres 1926.

Nr.	Obstart	Ins Kühlhaus gelegt		Fäulnisprozesse beginnen in der Frucht im Monat des folgenden Jahres						Summe
		Datum	St.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	
				St.	St.	St.	St.	St.	St.	
	Äpfel	1926								
6	Äkerö	20.10.	6	—	—	—	—	3	3	6
7	Cox's Pomona . . .	"	4	—	—	—	—	4	—	4
10	Filippa	"	6	—	—	—	2	4	—	6
11	Steinkirche	"	7	—	—	1	2	3	1	7
13	Graugelbling	"	4	—	—	—	—	2	2	4
14	Signe Tillisch . . .	"	4	—	—	—	2	2	—	4
20	Gelber Gravensteiner	"	6	—	—	—	—	3	3	6
21	Roter Gravensteiner	"	6	—	—	—	—	3	3	6
24	Goldparmäne	"	7	—	—	—	—	6	1	7
25	Gelber Richard . . .	"	6	—	—	—	—	2	4	6
26	Alexander	"	4	—	—	—	2	2	—	4
27	Melone	"	7	—	—	—	—	2	5	7
29	Boiken	"	6	—	—	—	2	2	2	6
32	Cellini	"	6	—	—	—	—	5	1	6
33	Ribston	"	8	—	—	—	—	6	2	8
	Summa		87	—	—	1	10	49	27	87
	Birnen									
4	Esperens Herren . . .	"	8	—	8	—	—	—	—	8
14	Gute Louise	"	6	—	—	—	2	3	1	6
15	Doyenné du Comice .	"	5	—	—	—	—	2	3	5
	Summa		19	—	8	—	2	5	4	19
	Schwedische Weintrauben	"	3 Trau- ben	—	—	—	1	1	1	3

¹⁾ Vom Verfasser als „Bonne Louise“ bezeichnet. (Forts. d. Textes auf S. 498.)

Haltbarkeitstabelle für schwedische Äpfel, Birnen und

Nr.	Obstart	Name des Obst- gartens	Die Geologie des Obstgartens nach der geologischen Karte	Alter des Obstbaumes in Jahren	Boden- beschaffen- heit in der Nähe des Obst- baumes	Beim Auf- bewahren im gewöhnlichen Obstlagerraum	
						halt- bar bis zum	soll ver- kauft resp. angewandt werden im
	Äpfel						
1	Hampus . . .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	23	Sandhumus	1. 10.	Aug./Sept.
2	Transparente Blanche . . .	"	" " "	28	"	"	"
3	Weiß. Astrachan	"	" " "	23	"	"	"
4	Sävtaholm . .	"	" " "	10	Lehm	15. 10.	Sept./Okt.
5	Oranie . . .	"	" " "	17	schwarzer Humus	"	"
6	Äkerö . . .	Norrviken	Kies, Granit, Lehm	38	Sandhumus	1. 12.	Okt./Nov.
7	Cox's Pomona .	"	" " "	34	"	"	"
8	Roter Ananas .	"	" " "	22	"	"	"
9	Williams Favorit	"	" " "	10	"	"	"
10	Filippa . . .	"	" " "	24	"	"	"
11	Steinkirche . .	"	" " "	32	"	15. 12.	Nov./Dez.
12	Maglemer . .	"	" " "	36	"	"	"
13	Graugelbling .	"	" " "	38	"	"	"
14	Signe Tillisch .	"	" " "	36	"	1. 1.	"
15	Bern. Rosenapfel	"	" " "	32	"	"	"
16	Dronning Louise	"	" " "	20	"	"	"
17	Ölands Königs- apfel . . .	Un- bekannt	—	—	—	"	"
18	Keswicks Codlin	"	—	—	—	—	—
19	Roter Pigeon .	"	—	—	—	—	—
20	Gelber Graven- steiner . . .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	27	Sandhumus	15. 1.	Dez./Jan.
21	Roter Graven- steiner . . .	"	" " "	25	"	"	"
22	Rosenreiherr . .	Unbek.	—	—	—	"	"
23	Hausmutterapfel	"	—	—	—	1. 2.	"
24	Winter-Gold- parmäne . .	Norrviken	Kies, Granit, Lehm	28	Sandhumus	1. 3.	Jan./Febr.
25	Gelber Richard	"	" " "	35	"	"	"
26	Alexander . .	"	" " "	22	"	"	"
27	Melone . . .	"	" " "	36	"	"	"
28	Cox's Orange .	"	" " "	12	"	"	"
29	Boiken . . .	"	" " "	26	"	"	"

Weintrauben bei der Lagerung im Kühlhause, Ernte 1926.

Bei der Aufbewahrung im Kühlhause									
Das Obst wurde ins Kühlhaus eingeliefert am	Alle Früchte haltbar bis zum	Grundfarbe der Frucht	Farbe des Kernes	„Innerer Zusammen- bruch“ am	Das Obst soll verkauft resp. an- gewandt werden im Monat	Alle Früchte waren zerstört	Die Frucht ist im Kühl- hause länger haltbar Anzahl Monate	Schimmel- bildung	
		am Ende der Haltbarkeit						auf verdor- benen Flächen des Obstes	im Kernhause
20. 10.	1. 4.	2—3	dunkelbraun	1. 5.	Febr./März	1. 6.	6	1. 6.	nicht
"	1. 3.	2—3	"	15. 3.	Jan./Febr.	15. 4.	5	15. 3.	"
"	1. 4.	3	"	1. 5.	Febr./März	15. 5.	6	nicht	"
"	"	2—3	"	15. 5.	"	1. 6.	5,5	1. 6.	"
"	1. 5.	2—3	"	1. 6.	März/April	15. 6.	6,5	"	"
"	"	3	"	"	"	"	5	"	"
"	"	3	"	4. 5.	"	"	5	nicht	"
"	"	3	"	15. 5.	"	1. 6.	5	"	"
"	"	3	"	"	"	"	5	"	"
"	1. 4.	3	"	"	Febr./März	15. 6.	4	"	"
"	15. 3.	3	"	"	"	"	3	"	"
"	1. 5.	2—3	"	"	März/April	"	4,5	"	"
"	"	3	"	1. 6.	"	"	4,5	"	"
"	1. 4.	3	"	15. 5.	Febr./März	"	3	15. 5.	"
"	1. 5.	2—3	"	1. 6.	März/April	"	4	nicht	"
"	1. 6.	2—3	"	15. 6.	April/Mai	1. 7.	5	"	"
"	"	2—3	"	15. 6.	"	"	5	"	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20. 10.	15. 5.	3	dunkelbraun	1. 6.	April/Mai	15. 6.	4	nicht	nicht
"	"	3	"	"	"	"	4	"	"
"	1. 5.	2—3	"	"	März/April	"	3,5	"	"
"	1. 4.	2—3	"	1. 5.	Febr./März	15. 5.	2	"	"
"	1. 5.	3	"	1. 6.	März/April	15. 6.	2	"	"
"	"	2—3	"	"	"	"	2	"	"
"	15. 4.	2—3	"	15. 5.	"	"	1,5	"	"
"	15. 5.	2—3	"	20. 5.	"	1. 7.	2,5	"	"
"	1. 6.	3	"	15. 6.	April/Mai	"	3	"	"
"	15. 4.	3	"	1. 6.	März/April	15. 6.	1,5	"	"

Nr.	Obstart	Name des Obst- gartens	Die Geologie des Obstgartens nach der geologischen Karte	Alter des Obstgartens in Jahren	Boden- beschaffen- heit in der Nähe des Obst- baumes	Beim Auf- bewahren im gewöhnlichen Obstlagerraum	
						halt- bar bis zum	soll ver- kauft resp. angewandt werden im
30	Grüne Renette .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	23	Sandhumus	1. 3.	Jan./Febr.
31	Rote " .	"	" " "	23	"	"	"
32	Cellini . . .	Norrviken	" Granit "	35	"	1. 4.	Feb./März
33	Ribston . . .	"	" " "	36	"	"	"
34	Kalmar Glas	Unbek.	—	—	—	"	"
35	Eisenapfel . .	"	—	—	—	"	"
37	Ribston . . .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	33	Sandhumus	"	"
Birnen							
1	Sommer- Bergamotte .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	18	Sandhumus	1. 9.	August
2	Williams . . .	Djurön	" " "	14	schwarzer Humus	1. 10.	September
3	Graubirne . .	Sylten	" " "	8	Lehm	"	"
4	Esperens Herren-Birne.	Norrviken	" Granit "	31	Sandhumus	"	"
5	Clara Frijs . .	"	" " "	27	"	"	"
6	Napoleon . . .	Unbek.	—	—	—	1. 11.	Oktober
7	Gränna Rotbirne	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	23	Sandhumus	"	"
8	Pierre Corneille	Unbek.	—	—	—	"	"
9	Tongre . . .	Stenkullen	Kies, Granit, Lehm	38	Lehm	"	"
10	Herbst- Bergamotte .	Djurön	" Gneis "	9	"	"	"
11	SoldatLaboureur	"	" " "	2	Sandhumus	1. 12.	November
12	Nouveau Poiteau	"	" " "	17	schwarzer Humus	"	"
13	Winter- Bergamotte .	Sylten	" " "	28	Sandhumus	1. 1.	Dezember
14	Gute Louise . .	Norrviken	" Granit "	30	Lehm	"	"
15	Doyenné du Co- mice . . .	"	" " "	28	"	"	"
16	Graf Moltke . .	Djurön	" Gneis "	16	schwarzer Humus	"	"
17	Eyewood . . .	Stenkullen	" Granit "	38	Sandhumus	"	"
18	Erzherzog . .	Djurön	" Gneis "	20	"	"	"
19	Clapps Favorit .	"	" " "	9	Lehm	"	"
	Schwedische Weintrauben	Norrviken	Kies, Granit, Lehm	—	Sandhumus	"	Sept./Okt.

setzung.

Bei der Aufbewahrung im Kühlhause

Das Obst wurde ins Kühlhaus eingeliefert am	Alle Früchte haltbar bis zum	Grundfarbe der Frucht	Farbe des Kernes	„Innerer Zusammen- bruch“ am	Das Obst soll verkauft resp. an- gewandt werden im Monat	Alle Früchte waren zerstört	Die Frucht ist im Kühl- hause länger haltbar Anzahl Monate	Schimmel- bildung	
								auf verdor- benen Flächen des Obstes	im Kernhause
20. 10.	1. 5.	2—3	dunkelbraun	1. 6.	April/Mai	15. 6.	2	nicht	nicht
"	"	2—3	"	"	"	"	2	"	"
"	"	2—3	"	15. 5.	"	"	1	"	"
"	"	2—3	"	15. 6.	Mai/Juni	15. 7.	1	"	"
"	1. 6.	3	"	"	April/Mai	1. 7.	2	"	"
"	"	3	"	"	"	"	2	"	"
"	1. 7.	2—3	"	15. 7.	Mai/Juni	15. 8.	3	"	"
1. 9.	1. 2.	3	schwarz	15. 2.	Dez./Jan.	1. 3.	5	"	"
1. 10.	"	3	"	"	"	"	4	"	"
"	"	3	"	"	"	"	4	15. 2.	"
"	"	2—3	"	"	"	"	4	"	"
"	15. 2.	2—3	"	1. 3.	"	15. 3.	4,5	1. 3.	"
10. 10.	1. 3.	3	"	15. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	4	nicht	"
15. 10.	1. 2.	3	"	15. 2.	Dez./Jan.	1. 3.	3	15. 2.	"
21. 10.	1. 3.	2—3	"	15. 3.	Jan./Febr.	15. 4.	4	1. 4.	"
"	1. 4.	2—3	"	15. 4.	Febr./März	1. 5.	5	15. 4.	"
"	1. 3.	2	"	15. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	4	15. 3.	"
"	1. 4.	2	"	15. 4.	Febr./März	1. 5.	4	15. 4.	"
"	1. 2.	2—3	"	10. 2.	Dez./Jan.	15. 2.	2	1. 3.	"
15. 10.	1. 3.	2—3	"	15. 3.	"	1. 4.	2	15. 3.	"
20. 10.	1. 4.	2—3	"	15. 5.	Febr./März	15. 6.	3	nicht	"
"	1. 5.	2—3	"	"	März/April	"	4	"	"
"	"	3	"	"	"	"	4	"	"
"	1. 6.	3	"	15. 6.	April/Mai	1. 7.	5	"	"
"	1. 3.	2	"	15. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	2	15. 3.	"
"	"	3	"	"	"	"	2	"	"
1. 10.	1. 4.	braun	"	15. 5.	Febr./März	15. 6.	5	15. 4.	"

Die Zellgrenzen sind deutlich und gehen nicht ineinander über. Zellzerfall besteht nicht.

Das dichte Mesokarp nebst Gefäßgewebe ist ebenfalls im großen ganzen unverändert.

Das lockere Mesokarp zerfällt jedoch allmählich und das Gefäßgewebe degeneriert, wie Abb. XI, 1 zeigt.

15. Die Doyenné du Comice-Birne besitzt ein dickes und kräftiges Epikarp, das keine Veränderungen zeigt (Abb. XI, 3). Ebenso verhält es sich mit dem dichten Mesokarp (Abb. XI, 4). Das Gewebe färbt sich gleichmäßig und deutlich. Die Sklerenchymzellen sind ebenfalls unverändert (Abb. XI, 5), aber das Gewebe — auch das dichte — ist in deren Nachbarschaft gleichsam zusammengeklumpt, was auf Zellzerfall hindeutet. Diese Birne zeigt überhaupt große Widerstandsfähigkeit bei der Lagerung und geringe Veränderungen in ihrem Gewebe.

Schwedische Weintrauben zeichnen sich durch eine erstaunenswerte Widerstandskraft gegen Zerstörungsprozesse aus. Ihr Epikarp ist — von der Oberfläche gesehen — unversehrt und die Zellwände sind gut erhalten (Abb. XI, 6). Das gesamte Epikarp verändert sich während der Lagerung wenig, was auch aus Abb. XI, 7 und 8 hervorgeht.

Im Mesokarp dagegen tritt leicht Zerfall auf (Abb. XI, 8). Dieser Zerfall tritt noch schärfer bei stärkerer Vergrößerung hervor, was Abb. XI, 9 und 10 veranschaulichen. Mit Rücksicht auf die lange Lagerung sind die Veränderungen jedoch nicht so groß, wie man hätte erwarten können.

Die Ernte des Jahres 1927.

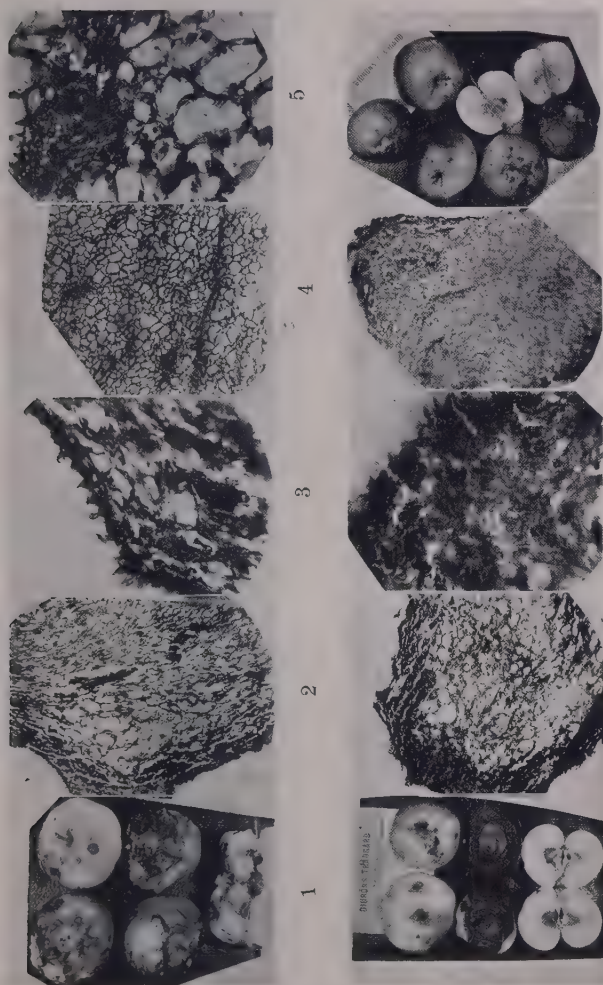
Äpfel.

1. Die Hampus-Äpfel zeigen nach 8 Monate langer Lagerung — am Ende ihrer Haltbarkeit — ein gut erhaltenes Mesokarp, was aus Abb. XII, 2 u. 4 hervorgeht. Das Epikarp ist jedoch schlechter erhalten (Abb. XII, 3). Hier besteht Zellzerfall mit dadurch bedingter Zerstörung des Gewebes. Von Zellelementen sind am besten die Epithelzellen erhalten, während das Gewebe gleich unter denselben bedeutend geschädigt ist.

Das Mesokarp besitzt ziemlich unversehrte Zellwände, nur hier und da sieht man Zerfall. Das Gefäßgewebe im Mesokarp. und ebenso das angrenzende Gewebe sind von Veränderungen ziemlich

Abb. XII.

Hampus-, Oranie- und Äkerö-Äpfel am 15. 10. 1927 ins Kühlhaus gelegt. Am 1. 6. 1928 aus dem Kühlhaus genommen.



- 6 Hampus, photogr. am 1. 6. 1928. 7 8 9 10
 1 Hampus, photogr. am 1. 6. 1928. 6 Oranie, photogr. am 1. 6. 1928.
 2 " " Epi- und Mesokarp. 7 " " Epi- und Mesokarp.
 3 " " Epikarp. 8 " " Epikarp.
 4 " " Mesokarp. 9 " " Mesokarp.
 5 " " mit Gefäßen. 10 Äkerö, photogr. am 7. 6. 1928.
- Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 6, 10, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2 bis 5, 7—9, Silberosin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München, Leitz Objektiv 3: Photo: 2, 4, 7, 9, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 3, 5, 8, 15 Min. exponiert.

unberührt geblieben. Sogar das lockere Mesokarp, das sonst Zerfall zu zeigen pflegt, ist hier unversehrt (Abb. XII, 5).

5. Die Oranie-Äpfel weisen Fäulnisprozesse und „inneren Zusammenbruch“ im Kerngehäuse und rings um dasselbe auf (Abb. XII, 6). Hier bestehen also Zerstörungsprozesse, die sowohl von der Oberfläche als auch vom Kerngehäuse ausgehen. In den übrigen Teilen der Äpfel ist die Struktur gut erhalten, was aus Abb. XII, 7, 8 u. 9 hervorgeht. Epikarp und Mesokarp zeigen jedoch beginnende degenerative Veränderungen mit Zellzerfall und ungleicher Färbung. Im Hinblick auf die bedeutenden makroskopischen Veränderungen bei diesen Äpfeln sind die mikroskopischen jedoch geringer, als man hätte erwarten können.

6. Der Äkerö-Apfel (Abb. XII, 10) zeigt Fäulnisprozesse an der Oberfläche und „inneren Zusammenbruch“ im Kerngehäuse sowie rings um dasselbe.

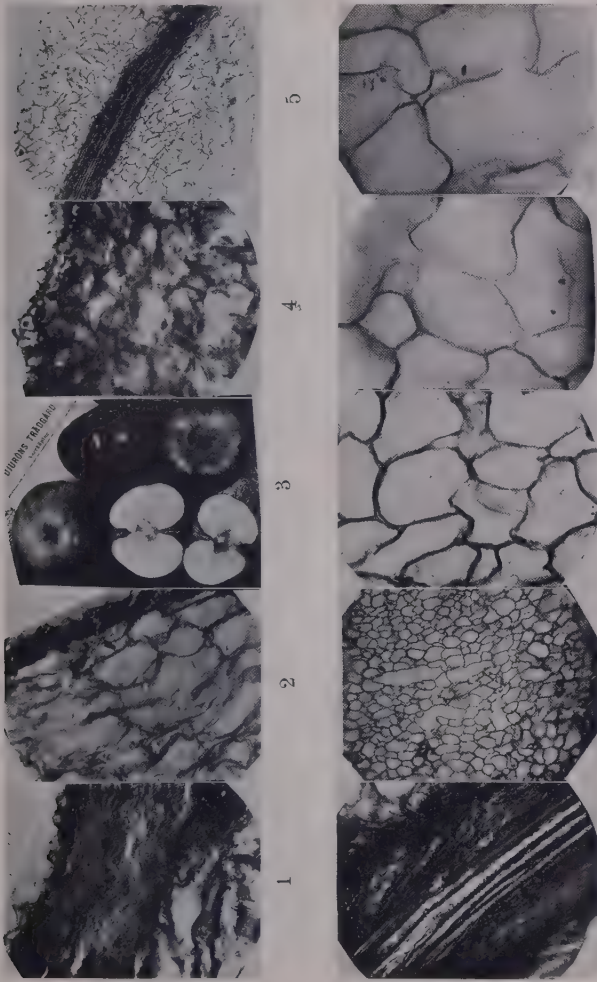
Der Äkerö-Apfel besitzt ein dickes und kräftiges Epikarp. Dieses verändert sich wenig während der Lagerung, wie Abb. XIII, 1 zeigt. Das Mesokarp dagegen zerfällt allmählich, was aus Abb. XIII, 1 u. 2 hervorgeht.

7. Cox's Pomona-Apfel. Der schwache Schatten im Kerngehäuse und rings um dasselbe auf dem Querschnitt des Apfels in Abb. XIII, 3 zeigt beginnenden „inneren Zusammenbruch“. Im übrigen bemerkt man in diesen Äpfeln keine Veränderungen, obgleich die Lagerung 8 Monate dauerte. Die Äpfel gleichen völlig frisch gepflückten.

Die Mikrophotographien Abb. XIII, 4—10 zeigen jedoch Veränderungen in den Äpfeln. Abb. XIII, 4 läßt einsetzende Degeneration des Epikarps mit beginnendem Zellzerfall erkennen. Abb. XIII, 5 stellt einen Längsschnitt durch das Mesokarp nebst Markhöhle und Gefäßen dar. Das die Gefäße umgebende Gewebe ist gut erhalten, die Gefäße selbst beginnen jedoch zu degenerieren und die Segmentierung verschwindet (Abb. XIII, 6).

Das Aussehen des lockeren Mesokarps geht aus Abb. XIII, 7 hervor. Ein Teil der Zellen ist völlig unversehrt, dieselben treten im Bilde scharf hervor. Andere Zellen beginnen dagegen zu zerfallen. Das Aussehen der ganzen Zellen ist in Abb. XIII, 8 veranschaulicht. Hier heben sich die Zellgrenzen scharf und deutlich ab. In Abb. XIII, 9 bemerkt man eine schwächere Färbung der Zellwände, deren Konturen ferner undeutlich werden oder sich ganz verwischen. In Abb. XIII, 10 tritt der Zerfall der Zellwände

Abb. XIII.
Åkerö- und Cox's-Pomona-Äpfel am 15. 10. 1927 ins Kühlhaus gelegt. Am 1. 6. 1928 aus dem Kühlhaus genommen.



- | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|----|
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 Åkerö, Epikarp. | 6 Cox's Pomona, Mesokarp mit Gefäßen. | | | |
| 2 " , Epi- und Mesokarp. | 7 " " " " | | | |
| 3 Cox's Pomona, fotogr. am 1. 6. 1928. | 8 " " " " | | | |
| 4 " " , Epikarp. | 9 " " " " | | | |
| 5 " " , Mesokarp mit Markstrahlen und Gefäßen. | 10 " " " " | | | |

Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 3, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 1, 2, 4-10, Silberosin orthochromatische Platte nach Vogel - Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 5, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15 Min. exponiert.

noch deutlicher hervor. Die eine Zellwand ist daselbst vor kurzem geborsten, aber ein sehr schwacher Strang derselben ist doch noch sichtbar. Auf diese Weise vermag man den allmählich auftretenden degenerativen Zellwandveränderungen deutlich zu folgen, die mit dem vollständigen Zerfall der Zellen in kleine Partikel endigen.

11. Die Steinkirche-Äpfel zeigen in Abb. XIV, 1 Fäulnisprozesse an der Oberfläche und „inneren Zusammenbruch“ im Kerngehäuse sowie im Gewebe daneben. Die Äpfel sind offenbar an der äußersten Grenze ihrer Haltbarkeit.

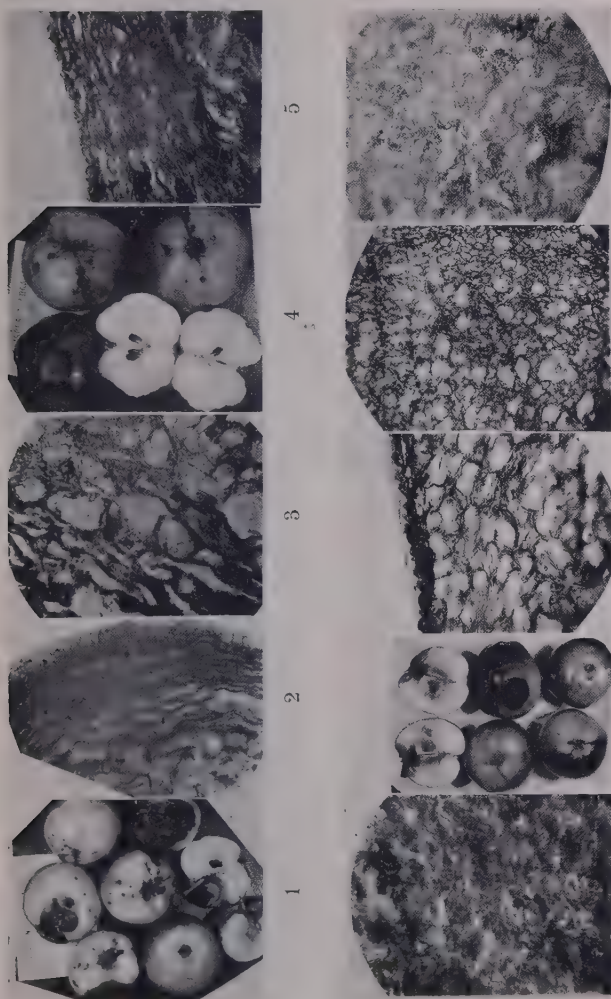
Dieses bemerkt man auch an den mikroskopischen Bildern. Das äußerste Lager des Epikarps ist am besten erhalten (Abb. XIV, 2). Hier ist das Gewebe noch ganz, aber je weiter man in die Tiefe der Frucht dringt, desto umfangreicheren Zellzerfall trifft man an. Das Mesokarp zeigt verwischte Färbung und ist in kleine Teile zersprengt (Abb. XIV, 3).

14. Die Signe Tillisch-Äpfel besitzen gut erhaltenes Epi- und Mesokarp trotz 8 Monate langer Lagerung (Abb. XIV, 5 u. 6). Die Gewebe sind sehr wenig verändert. Man bemerkt fast keine Degeneration und keinen Zerfall der Zellen, sondern die Zellen gleichen denjenigen frisch gepflückter Äpfel. Dieses stimmt auch mit dem makroskopischen Bild der Äpfel (Abb. XIV, 4) gut überein. Der Querschnitt des Apfels macht einen gesunden Eindruck. In der Nähe des Kerngehäuses kann man jedoch dunkle Streifen in der Apfelpulpa wahrnehmen, das erste Anzeichen „inneren Zusammenbruchs“. Mit dem Auftreten solcher Streifen ist ein baldiger Untergang des Gewebes zu erwarten, was sich in der Tat bewahrheitete. Die Abb. XIV, 4 wurde am 1. Juni 1927 aufgenommen und am 1. Juli waren alle Äpfel völlig verdorben. Im Laufe von einem Monat nach dem Auftreten des sogenannten „inneren Zusammenbruchs“ verderben die Äpfel. Vom Gesichtspunkte der Aufbewahrung und des Verkaufs aus ist die Kenntnis dieses Verhaltens wichtig.

15. Die Berner Rosen-Äpfel zeigen in Abb. XIV, 7 Fäulnis an der Oberfläche eines Apfels und hochgradigen „inneren Zusammenbruch“ im Kerngehäuse und rings um dasselbe. Die Äpfel besitzen ein dünnes und lockeres Epikarp, das ziemlich gut erhalten ist. Die Zellgrenzen beginnen jedoch undeutlich zu werden und die Zellwände sind im Begriff zu zerfallen (Abb. XIV, 8). Abb. XIV, 9 stellt das Mesokarp teils mit ganzen, teils mit zerfallenen Zellen dar. Abb. XIV, 10 zeigt vollständigen Zellzerfall,

Abb. XIV.

Steinkirche-, Signe-
Tillisch- und Berner
Rosen-Äpfel am 8. 10.
1927 ins Kühlhaus gelegt.
Am 1. 6. 1928 aus dem
Kühlhaus genommen.



- | | | | | | | |
|---|--|----|---|----|------------------|----|
| 1 | Steinkirche, fotogr. am 1. 6. 1928. | 6 | Signe Tillisch, Mesokarp, dichter. | 9 | | 10 |
| 2 | " , Epikarp. | 7 | Berner Rosenapfel, fotogr. am 1. 6. 1928. | 8 | " , Epikarp. | |
| 3 | " , Mesokarp. | 8 | " , Mesokarp. | 9 | " , Mesokarp. | |
| 4 | Signe Tillisch, fotogr. am 1. 6. 1928. | 9 | " , Mesokarp. | 10 | " , Mesokarp. | |
| 5 | " , Epikarp. | 10 | " , Mesokarp. | | " , degeneriert. | |
- Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 4 und 7, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2, 3, 5, 6, 8-10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3; Photo: 9, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7; Photo: 2, 3, 5, 6, 8, 10, 15 Min. exponiert.

die Zellgrenzen lassen sich nicht mehr unterscheiden, sondern alles ist in der Auflösung begriffen. Dieses Bild stammt von einem Teil des Mesokarps her, das am meisten Schaden erlitten hat (Abb. XIV, 7).

16. Dronning-Louise-Äpfel. Abb. XV, 1 veranschaulicht „inneren Zusammenbruch“ im Mesokarp und Endokarp. Die Oberfläche der Äpfel ist runzelig. Fäulnis besteht nicht.

Mikroskopisch (Abb. XV, 2) kann man Degeneration und Zerfall im Epikarp nachweisen.

Das Mesokarp ist ebenfalls im Zerfall begriffen. Dagegen sind die Steinzellen und das Gefäßgewebe besser erhalten (Abb. XV, 3—5). An den Steinzellen lassen sich keinerlei Veränderungen wahrnehmen, sondern sie gleichen denjenigen gesunder Äpfel. Im Gefäßgewebe färben sich jedoch die Zellwände unscharf und ungleichmäßig, und das ganze Gewebe macht einen verwischten Eindruck. Dieses beweist, daß das Gewebe degenerativen Veränderungen anheimgefallen ist (Abb. XV, 5).

20. Die gelben Gravensteiner Äpfel zeigen in Abb. XV, 6 beginnenden „inneren Zusammenbruch“ und Fäulnis. Epikarp und Mesokarp weisen jedoch nur unbedeutende Veränderungen auf (Abb. XV, 7 u. 8). Man bemerkt hier und da im Gewebe, vor allem im Mesokarp kleine nekrotische Herde (Abb. XV, 8). Die nekrotischen Herde haben sich entweder gar nicht oder bedeutend geringer als das gesunde Gewebe gefärbt. Diese Nekrosen beginnen im Mesokarp, während das Epikarp von denselben völlig frei ist.

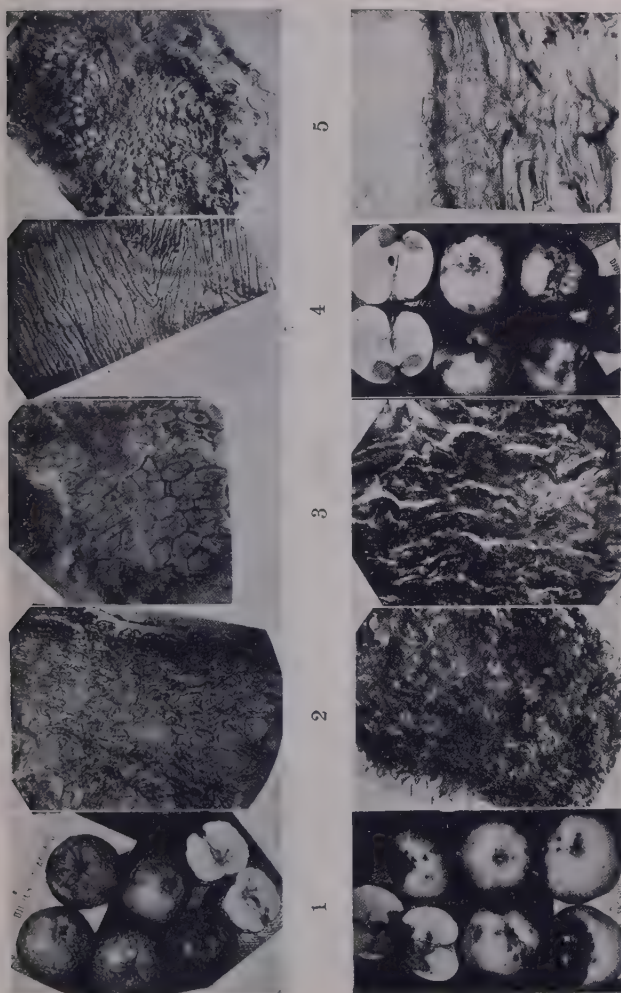
21. Die roten Gravensteiner Äpfel weisen in Abb. XV, 9 einen Fäulnisherde an der Blume und „inneren Zusammenbruch“ neben dem Kerngehäuse auf.

In der äußeren Schicht des Epikarps finden sich Veränderungen. Die Grenzen zwischen den Zellen sind nicht so scharf wie in gesundem Gewebe und die Färbung ist diffus (Abb. XV, 10). Im Mesokarp ist dagegen das Gewebe in eine fast chaotische Masse ohne deutliche Zellgrenzen zerfallen. Alles geht ineinander über, wie Abb. XVI, 1 zeigt. Auch das dichte Mesokarp ist nekrotisch (Abb. XVI, 2). Die Gefäße sind bedeutend geschädigt (Abb. XVI, 3). Nur mit Schwierigkeit vermag man deren Bau und Segmentierung zu erkennen.

24. Die Winter-Goldparmäne-Äpfel befinden sich in vollständiger Auflösung (Abb. XVI, 4). Trotzdem ist deren Epikarp

Abb. XV.

Dronning-Louise-,
Gelber Gravensteiner,
Roter Gravensteiner
Apfel am 8. 10. 1927 ins
Kühlhaus gelegt.
Am 1. 6. 1928 aus dem
Kühlhaus genommen.



- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Dronning-Louise, fotogr. am 1. 6. 1928. | 6 | Gelb. Gravensteiner, fotogr. am 1. 6. 1928. |
| 2 | " " Epikarp. | 7 | " " Epikarp. |
| 3 | " " Mesokarp mit Steinzellen. | 8 | " " Mesokarp, frisch und nekrotisch, fotogr. am 1. 6. 1928. |
| 4 | " " " Gefäßen. | 9 | " " Roter " Epikarp. |
| 5 | " " " " " | 10 | " " " " " |
- Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 6, 9, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2-5, 7-8, 10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter. 4, 5, 7, 8, 10, 15 Min. exponiert.

einigermaßen erhalten, zwar bemerkt man in Abb. XVI, 5 Degeneration und Zerfallsprozesse, aber im Hinblick auf die bedeutenden Veränderungen des Gewebes hätte man eine intensivere Schädigung des Epikarps erwarten können. Dieses Gewebe ist offenbar sehr widerstandsfähig gegen schädigende Prozesse. Im Mesokarp dagegen tritt der Zerfall scharf hervor (Abb. XVI, 6 und 7). Die Zellwände sind zersprengt und zersplittert. Sie haben sich jedoch ungewöhnlich gut gefärbt. Das dichte Mesokarp ist etwas besser erhalten als das lockere Gewebe.

25. Die gelben Richard-Äpfel sind der Abb. XVI, 8 gemäß ganz am Ende ihrer Haltbarkeit. Nur ein geringer Teil der Äpfel ist noch gesund. Schnitte von diesen gesunden Teilen zeigen, daß das Epikarp (Abb. XVI, 9) erstaunenswert gut erhalten ist. Das Mesokarp dagegen (Abb. XVI, 10) kennzeichnet sich durch bedeutenden Zellzerfall. Die Zellwände sind auseinandergesprengt und liegen hier und da zerstreut.

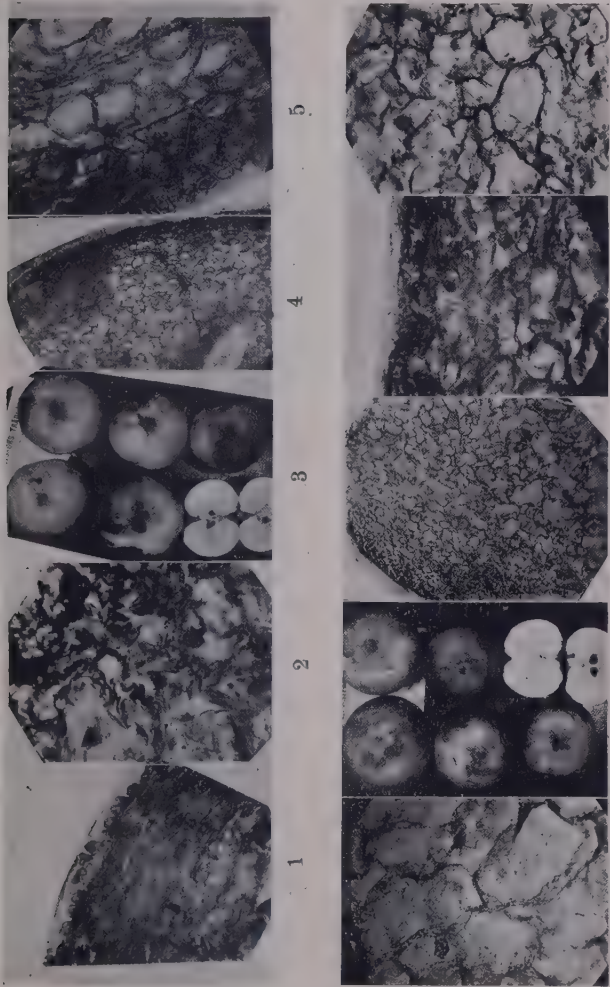
26. Die Alexander-Äpfel. Die Abb. XVII, 1 zeigt Fäulnis und „inneren Zusammenbruch“. Mikroskopisch sieht man (Abb. XVII, 2) zwei übereinandergelegene nekrotische Herde im Epikarp. Diese kennzeichnen sich gegenüber dem sie umgebenden gesunden Gewebe durch fehlende Färbung. Abb. XVII, 3 stellt das bedeutend geschädigte Epikarp mit Zellzerfall und ungleichmäßiger Färbung des Gewebes dar. Abb. XVII, 4 zeigt einen großen nekrotischen Herd im Mesokarp. In der Mitte dieses Herdes ist das Gewebe ganz zerfallen und gar nicht gefärbt. Weiter nach der Peripherie zu hat es sich teilweise gefärbt. Die Grenzschicht zwischen gesundem und nekrotischem Gewebe zeigt Abb. XVII, 5. Links im Bilde befindet sich der noch gesunde Teil und rechts die nekrotische, zerfallene Partie.

27. Die Melone-Äpfel weisen Abb. XVII, 6 gemäß Fäulnis an der Oberfläche und „inneren Zusammenbruch“ in der Nähe des Kerngehäuses auf. Das Epikarp (Abb. XVII, 7) ist dick und gut erhalten, das Mesokarp (Abb. XVII, 8) dagegen mit undeutlichen Zellgrenzen und ungleichmäßiger Färbung im Zerfall begriffen. Man findet im Mesokarp größere Veränderungen, als man nach dem makroskopischen Bilde in Abb. XVII, 6 hätte erwarten können.

28. Cox's Orange-Äpfel sind nach der Abb. XVII, 9 noch ganz gesund und ohne makroskopische Veränderungen. Mikroskopisch ist das Gewebe im großen ganzen gut erhalten, wie ein Schnitt durch das Epikarp und Mesokarp (Abb. XVII, 10) zeigt. Das Epi-

Abb. XVIII.

Cox's-Orange-, Boiken-,
Cellini-Äpfel am 8. 10.
1927 ins Kühlhaus gelegt.
Cox's Orange und Boiken
am 21. 6. 1928 aus dem
Kühlhaus genommen.
Cellini am 10. 6. 1928 aus
dem Kühlhaus genommen.



- | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|------------------------------------|----|-----------------------------------|
| 6 | Cox's Orange, Epikarp. | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Cox's Orange, Epikarp. | 2 | " , Mesokarp mit Gefäßen. | 6 | Boiken, Mesokarp. |
| 2 | " , Mesokarp mit Gefäßen. | 3 | Boiken, photogr. am 21. Juni 1928. | 7 | Cellini, photogr. am 10. 6. 1928. |
| 3 | Boiken, photogr. am 21. Juni 1928. | 4 | " , Epi- und Mesokarp. | 8 | " , Epi- und Mesokarp. |
| 4 | " , Epi- und Mesokarp. | 5 | " , " | 9 | " , Epikarp. |
| 5 | " , " | | | 10 | " , Mesokarp. |

Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 3, 7, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 1, 2, 4, 5, 6, 8—10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 4, 8, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 1, 2, 5, 6, 9, 10, 15 Min. exponiert.

karp in Abb. XVIII, 1 ist ebenfalls ohne größere Veränderungen, man bemerkt jedoch, daß das Gewebe der Zerstörung anheimzufallen beginnt. In Abb. XVIII, 2 ist der Zerfall augenfälliger. Diese beiden letzten Abbildungen zeigen deutlich, daß man durch mikroskopische Untersuchung der Frucht das Ende ihrer Haltbarkeit festzustellen vermag. Am 21. 6. waren alle Äpfel makroskopisch völlig gesund und tadellos (Abb. XVII, 9), die mikroskopische Untersuchung derselben am 21. 6. (Abb. XVIII, 1 u. 2) zeigte jedoch, daß die Äpfel am Ende ihrer Haltbarkeit waren. Dieses bestätigte sich dadurch, daß bereits am 1. 7. — also 10 Tage nach der mikroskopischen Untersuchung — alle Äpfel ganz verdorben waren. Hieraus geht hervor, daß man sich durch mikroskopische Untersuchung über die Beschaffenheit und Haltbarkeit einer Frucht orientieren kann, so daß man dieselbe vor ihrem Verderben zu verkaufen oder anzuwenden imstande ist. Makroskopisch läßt sich dieses nicht immer entscheiden, sondern in vielen Fällen nur durch mikroskopische Untersuchung.

29. Boiken-Äpfel. Die Abb. XVIII, 3 zeigt einen umfangreichen Fäulnisprozeß in einem Apfel und beginnenden „inneren Zusammenbruch“ im halbierten Apfel. Abb. XVIII, 4 veranschaulicht das Epi- und Mesokarp, das Epikarp ist unbedeutend verändert, was übrigens Abb. XVIII, 5 noch deutlicher zeigt. Auch das lockere Mesokarp gleich unter dem Epithel ist gut erhalten. Tiefer im Mesokarp in der Richtung zum Kerngehäuse befindet sich jedoch das Gewebe im Zerfallszustande (Abb. XVIII, 6). Die Zellwände sind schwach gefärbt und haben unscharfe Konturen. Dieses scheint die Phase der Degeneration im Mesokarp zu sein.

32. Cellini-Äpfel. Die Abb. XVIII, 7 zeigt im halbierten Apfel beginnenden „inneren Zusammenbruch“ im Kerngehäuse. Im übrigen sind diese Äpfel nicht makroskopisch verändert. Auch mikroskopisch (Abb. XVIII, 8) ist das Gewebe — sowohl im Epi- als auch im Mesokarp — ziemlich gut erhalten. Mittels stärkerer Vergrößerung (Abb. XVIII, 9 und 10) nimmt man sowohl im Epi- als auch im Mesokarp degenerative und destruktive Veränderungen wahr, die sich durch Zellzerfall, ungleiche Färbung und Zersprengung der Zellwände kennzeichnen. Das Epikarp ist jedoch bedeutend geringer verändert als das Mesokarp. Auch hier verrät die mikroskopische Untersuchung destruktive Veränderungen in der Frucht, die man makroskopisch nicht zu erkennen vermag. Am 10. 6. nahm man in diesen Äpfeln makroskopisch nur beginnenden „inneren

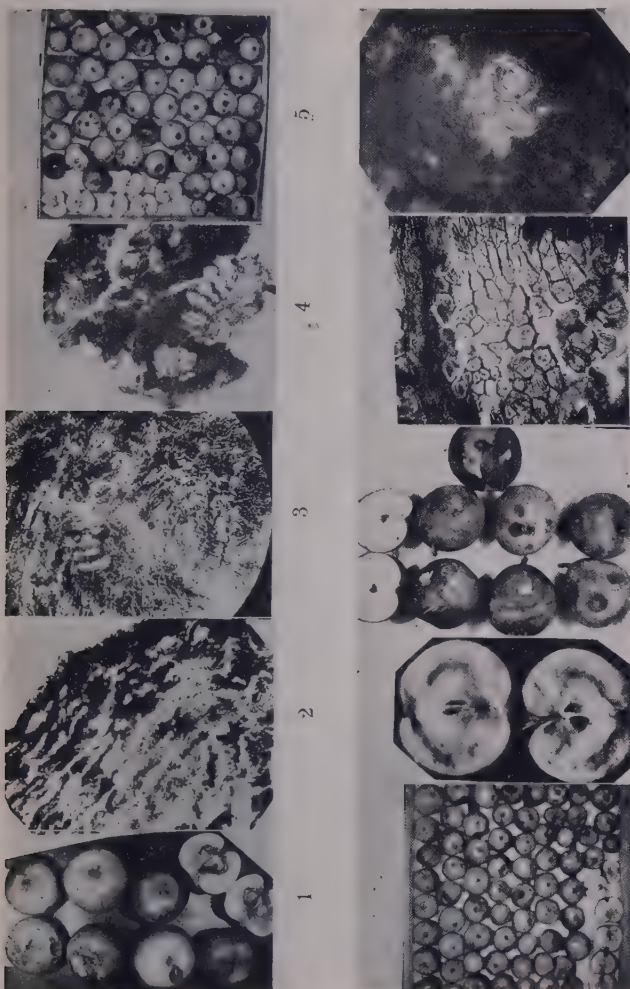
Abb. XIX.

Ribston-Apfel, Esperens-Herren-Birnen am 1. 6. 1928 aus dem Kühlhaus

gelegt.

Ribston-Apfel am 1. 6. 1928 aus dem Kühlhaus genommen.

Esperens-Herren-Birnen am 15. 5. 1928 aus dem Kühlhaus genommen.



- | | | | | | |
|---|----------------------------------|----|--|----|------------------------------------|
| 1 | Ribston, photogr. am 1. 6. 1928. | 6 | Ribston, photogr. am 1. 6. 1928. | 10 | typischer „innerer Zusammenbruch“. |
| 2 | „ „ Epikarp. | 7 | „ „ „ 1. 6. 1928, | | |
| 3 | „ „ Mesokarp. | 8 | Esperens-Herren-Birnen, photogr. am 15. 5. 1928. | | |
| 4 | „ „ mit Gefäßen. | 9 | „ „ „ Mesokarp mit Steinzellen. | | |
| 5 | „ „ photogr. am 1. 6. 1928. | 10 | „ „ „ Zellinseln. | | |

Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 5—8, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2—4, 9—10, Silbereosin orthochromatische Platte nach Vogel-Obenmayer, Perutz, München. Leitz Objektiv 7: Photo: 2, 3, 4, 9, 10, 15 Min. exponiert.

Zusammenbruch“ im Kerngehäuse wahr, mikroskopisch erkannte man aber die tiefer greifenden Veränderungen, die auf das baldige Verderben der Frucht hindeuteten. Dieses entsprach auch den tatsächlichen Verhältnissen, denn am 1. 7. waren sämtliche Äpfel gänzlich verdorben. Dieses beweist, daß beim Auftreten von Veränderungen der genannten Art die Frucht sehr schnell verdirbt — in diesem Falle im Laufe von ca. $\frac{1}{2}$ Monat. Hieraus folgt, daß man nach Feststellung derartiger Veränderungen die Frucht sofort verbrauchen soll, da ihre Haltbarkeit dann am Ende ist.

33. Ribston-Äpfel. Die Abb. XIX, 1 zeigt Fäulnis an der Oberfläche und umfangreichen „inneren Zusammenbruch“, der — wie der Querschnitt des Apfels erkennen läßt — offenbar vom Kerngehäuse und dem Gewebe gleich außerhalb desselben ausgegangen ist. Die Abb. XIX, 2—4 weisen auch bedeutende Degeneration, Zellerfall und Auflösung des Gewebes im Epi- und Mesokarp sowie im Gefäßgewebe und in den Gefäßen selbst auf. Das Gewebe dieses Apfels ist der Zerstörung anheimgefallen. Bemerkenswert ist, daß sich im Innern des Apfels so bedeutende makro- und mikroskopische Veränderungen vorfinden können, ohne daß man sie von außen zu erkennen vermag. Dieses beweist, daß sich die Untersuchung der Äpfel auch auf den Querschnitt wenigstens einiger Exemplare erstrecken soll.

Die Abb. XIX, 5 und 6 stellen Ribston-Äpfel nach 7 Monate langer Lagerung dar. Außen sehen dieselben tadellos aus, auf dem Querschnitt der Äpfel nimmt man aber „inneren Zusammenbruch“ in und neben dem Kerngehäuse wahr. Hochgradigen „inneren Zusammenbruch“ sieht man in Abb. XIX, 7. Hier befindet sich der größte Schaden im Mesokarp nach der Schale zu, das Aussehen ist aber für „inneren Zusammenbruch“ in Ribston-Äpfeln sehr typisch. Hierauf soll man seine Aufmerksamkeit richten.

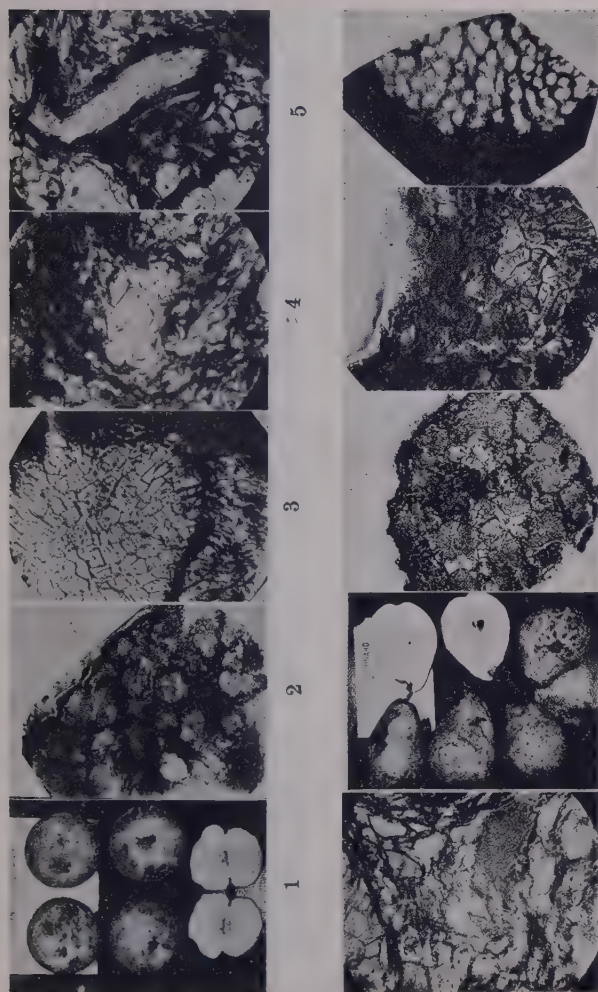
Birnen.

4. Esperens-Herren-Birne. Die Abb. XIX, 8 zeigt von der Oberfläche ausgegangene Fäulnis des Epikarps. Der Querschnitt der Birne erweist sich frei von „innerem Zusammenbruch“. Das Gewebe des Epi- und Mesokarps (Abb. XIX, 9 und 10) ist ziemlich gut erhalten. Die Steinzellen sind besser erhalten als das übrige Gewebe.

10. Herbstbergamottebirne. Nach der Abb. XX, 1 sehen die Birnen noch ganz gesund aus. Der schwache Schatten in der

Abb. XX.

Herbstbergamotte- und Soldat-Laboureur-Birnen am 20. 9. 1927 ins Kühlhaus gelegt.
Am 15. 5. 1928 aus dem Kühlhaus genommen.



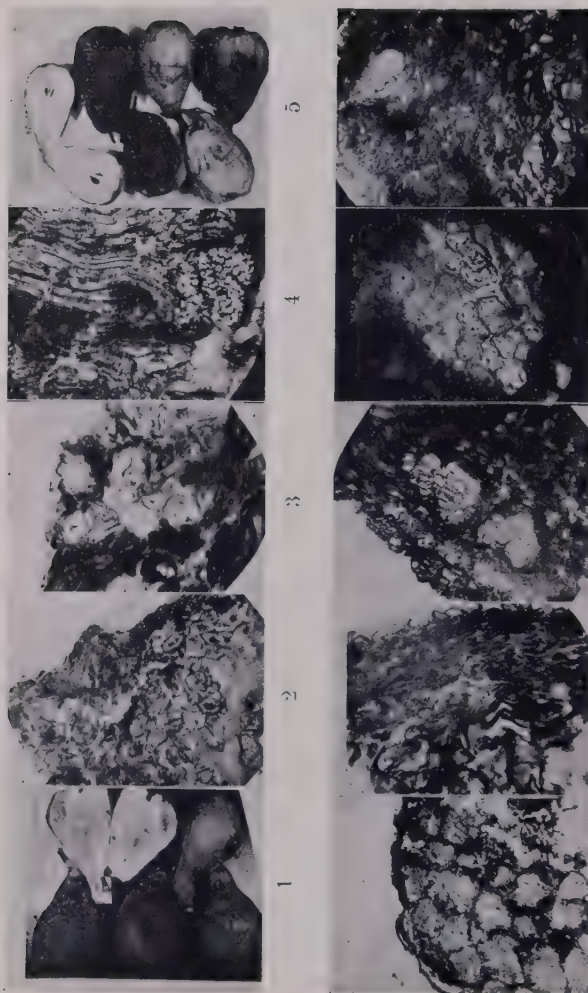
- | | | |
|--|--|----|
| 1 Herbstbergamotte, photogr. am 15. 5. 1928. | 6 Herbstbergamotte, Mesokarp. | 10 |
| 2 " " Epi- und Mesokarp. | 7 Soldat-Laboureur, photogr. am 15. 5. 1928. | |
| 3 " " Mesokarpmit Steinzellen. | 8 " " Epi- und Mesokarp. | |
| 4 " " " " Gefäßen. | 9 " " Mesokarp mit Gefäßen. | |
| 5 " " " " Gefäßen. | 10 " " Mesokarp mit Gefäßen. | |
- Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1. 7, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2-6, 8 bis 10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 2, 3, 8, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: 4, 5, 6, 9, 10, 15 Minuten exponiert.

Abb. XXI.

Nouveau-Poitau-,
Gute-Louise-Birnen am
20. 9. 1927 ins Kühlhaus
gelegt.

Nouveau-Poitau am 25. 2.
1928 aus dem Kühlhaus ge-
nommen.

Gute-Louise am 15. 5. 1928
aus dem Kühlhaus ge-
nommen.



- | | | | | |
|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
- 1 Nouveau-Poitau, photogr. am 25. 2. 1928.
 2 " " Epi- und Mesokarp.
 3 " " " " Epikarp.
 4 " " Mesokarp mit Steinzellen u. Gefäßen.
 5 Gute-Louise, photogr. am 15. 5. 1928.
 6 Gute Louise, Epi- und Mesokarp.
 7 " " " " Epikarp.
 8 " " " " mit Gefäßen.
 9 " " " " Mesokarp mit Steinzellen.
 10 " " " " "
- Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1 und 5, (Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2—4, 6—10, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obermeyer, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 6, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 15 Min. exponiert.

Nähe des Kerngehäuses deutet aber darauf hin, daß „innerer Zusammenbruch“ eingesetzt hat.

Die Abb. XX, 2—6 sprechen dafür, daß das Gewebe trotz 8 Monate langer Lagerung gut erhalten ist. In gewöhnlichen Obstlagerräumen wären die Birnen im Laufe des Monats Oktober verdorben. Epi- und Mesokarp sowie Steinzellen und Gefäßgewebe sind ziemlich unversehrt. Auf Abb. XX, 6 sieht man einen großen gelben Herd im Gewebe.

11. Soldat-Laboureur-Birne. Auf der Abb. XX, 7 erkennt man im Kerngehäuse eine schwach sichtbare, dunklere Stelle. Ein solcher Farbenton kann aber in ganz frisch gepflückten Birnen vorkommen, weshalb man diese Erscheinungen nicht als „inneren Zusammenbruch“ ansprechen darf. Im übrigen finden sich weder auf der Oberfläche noch auf dem Querschnitt der Birne irgendwelche Veränderungen.

Die Abb. XX, 8—10 sind frei von Veränderungen, was nach den makroskopischen Bildern auch zu erwarten war. Epi- und Mesokarp sind normal, ebenso das Gefäßgewebe. Hier stimmen also das makroskopische und mikroskopische Bild miteinander überein.

12. Nouveau-Poiteau-Birne. Die Abb. XXI, 1 zeigt hochgradige Fäulnis mit trockener und feuchter Nekrose.

Auch auf den Abb. XXI, 2—4 bemerkt man, daß das Gewebe in hohem Grade geschädigt ist. Sowohl Epi- als auch Mesokarp sind degeneriert und im Zerfall begriffen. Es gibt keine Zellgrenzen mehr, sondern die Zellen sind zu diffus gefärbten Haufen zusammengeschmolzen. Gefäßgewebe nebst Gefäßen sind ebenfalls hochgradig geschädigt. Die Zellen gehen hier ineinander über, so daß ihre Grenzen sich verwischen. Bemerkenswert ist aber, daß die Steinzellen sowohl im Epi- als auch Mesokarp (Abb. XXI, 2—4) so gut erhalten sind. Sie zeigen das gewöhnliche Aussehen dieser Art von Zellen mit deutlichen Zellgrenzen. Sie heben sich von der Umgebung scharf ab. Man vermag in denselben überhaupt keine Veränderungen nachzuweisen. Dieses ist im Hinblick auf die schweren Schädigungen des anderen Gewebes besonders zu beachten.

14. Gute-Louise-Birne. Die Abb. XXI, 5 zeigt Fäulnis in einer Birne und beginnenden „inneren Zusammenbruch“ in der halbierten Birne in der Nähe der Blume. Im übrigen sind fünf Birnen gesund.

(Forts. des Textes auf S. 522)

Abb. XXII.

Doyenné-du-Comice-,
Graf-Moltke-, Clapps-
Favorit-Birnen am 8. 10.
1927 und Graubirne am
20. 9. 1927 ins Kühlhaus

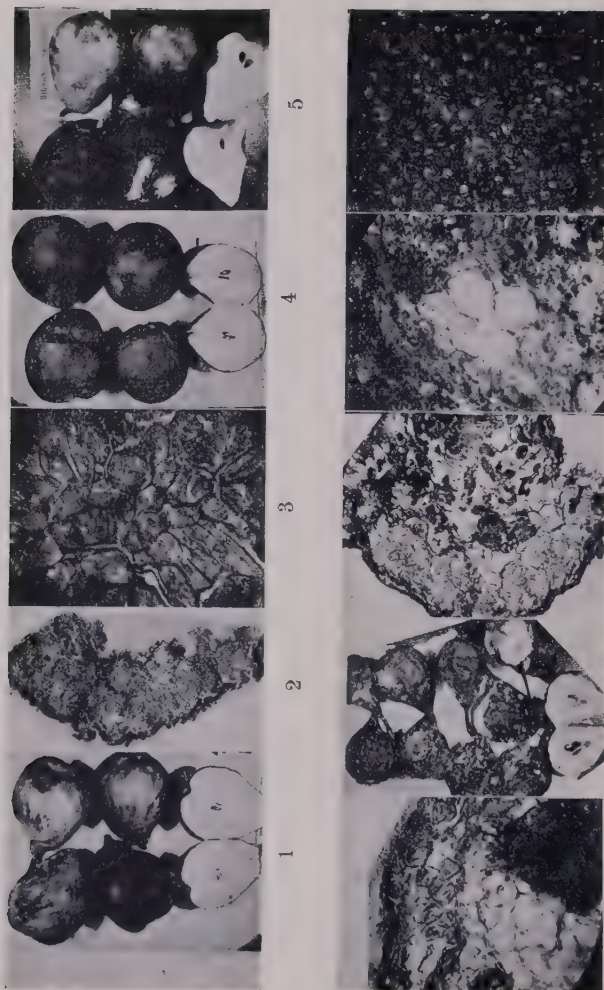
gelegt.

Die drei ersten am 15. 5.
1928, Graubirne am 15. 3.
1928 aus dem Kühlhaus

genommen.

Schwedische Preisel-
beeren am 8. 9. 1927 ins
Kühlhaus gelegt.

Am 15. 5. 1928 aus dem
Kühlhaus genommen.



- 1 Doyenné-du Comice, fotogr. am 15. 5. 1928.
2 " " " Epi- und Mesokarp.
3 " " " Mesokarp mit Steinzellen.
4 Graf-Moltke, fotogr. am 15. 5. 1928.
5 Clapps-Favorit, fotogr. am 15. 5. 1928.
6 Clapps-Favorit, Epi- u. Mesokarp mit Steinzellen.
7 Graubirne, fotogr. am 15. 3. 1928.
8 " " " Epi- und Mesokarp.
9 " " " Mesokarp mit Steinzellen.
10 Schwed. Preiselbeeren, fotogr. am 15. 5. 1928.
Färbung: Ehrlich + Rutheniumrot. Photo: 1, 4, 5, 7, 10, Gevaert Sensima Ortho Anti-Halo. Photo: 2, 3, 6, 8, 9, Silberesin orthochromatische Platte nach Vogel-Obernetter, Perutz, München. Leitz Objektiv 3: Photo: 2, 8, 3 Min. exponiert. Leitz Objektiv 7: Photo: 3, 6, 9, 15 Min. exponiert.

Haltbarkeitstabelle für Obst.

Ernte des Jahres 1927.

Nr.	Obstart	Ins Kühlhaus gelegt	Fäulnisprozesse beginnen in der Frucht im Monat des folgenden Jahres								Summe
			Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jun	Juli		
		Datum	St.	St.	St.	St.	St.	St.	St.	St.	
Äpfel		1927									
1	Hampus	15.10.	5	—	—	—	2	3	—	—	5
4	Sävstaholm	"	5	—	—	—	2	3	—	—	5
5	Oranie	"	5	—	—	—	2	3	—	—	5
6	Åkerö	"	6	—	—	—	—	2	—	4	6
7	Cox's Pomona	"	4	—	—	—	—	—	4	—	4
11	Steinkirche	8.10.	7	—	—	—	2	2	3	—	7
14	Signe Tillisch	"	4	—	—	—	—	1	3	—	4
15	Berner Rosen Apfel	"	5	—	—	—	—	2	3	—	5
16	Dronning Louise	"	6	—	—	—	—	—	6	—	6
20	Gelb. Gravensteiner	"	6	—	—	—	—	4	2	—	6
21	Roter Gravensteiner	"	6	—	—	—	—	2	4	—	6
24	Goldparmäne	"	4	—	—	—	2	2	—	—	4
25	Gelber Richard	"	6	—	—	—	—	6	—	—	6
26	Alexander	"	4	—	—	—	—	2	2	—	4
27	Melone	"	7	—	—	—	—	3	4	—	7
28	Cox's Orange	"	5	—	—	—	—	—	5	—	5
29	Boiken	"	6	—	—	—	—	1	5	—	6
32	Cellini	"	6	—	—	—	—	—	6	—	6
33	Ribston	"	8	—	—	—	—	5	1	2	8
Summa			105	—	—	—	10	41	48	6	105
Birnen											
4	Esperens Herren	8.10.	8	—	—	—	3	5	—	—	8
10	Herbstbergamotte	20.9.	5	—	—	—	—	2	3	—	5
11	Soldat Laboureur	"	5	—	—	—	—	1	4	—	5
12	Nouveau Poiteau	"	5	—	5	—	—	—	—	—	5
14	Gute Louise	"	6	—	—	—	1	—	5	—	6
15	Doyenné du Comice	8.10.	5	—	—	—	1	—	4	—	5
16	Graf Moltke	"	5	—	—	—	—	2	3	—	5
19	Clapps Favorit	20.9.	5	—	—	—	3	2	—	—	5
20	Graubirne	"	10	—	—	10	—	—	—	—	10
Summa			54	—	5	10	8	12	19	—	54

Haltbarkeitstabelle für schwedische Äpfel, Birnen und

Nr.	Obstart	Name des Obst- gartens	Die Geologie des Obstgartens nach der geologischen Karte	Alter des Obstbaumes in Jahren	Boden- beschaffen- heit in der Nähe des Obst- baumes	Beim Auf- bewahren im gewöhnlichen Obstlagerraum	
						halt- bar bis zum	soll ver- kauft resp. angewandt werden im
	Äpfel						
1	Hampus . .	Djurön	Kies, Gneis, Lehm	23	Sandhumus	1. 10.	Aug./Sept.
2	Transparente Blanche . .	Sylten	" " "	29	"	"	"
3	Weiß. Astrachan	"	" " "	24	"	"	"
4	Sävstaholm . .	Djurön	" " "	11	Lehm	15. 10.	Sept./Okt.
5	Oranie . . .	"	" " "	18	schwarzer Humus	"	"
6	Äkerö	"	" " "	17	"	1. 12.	Okt./Nov.
7	Cox's Pomona .	"	" " "	18	"	"	"
8	Roter Ananas .	Stenkullen	" Granit "	14	Sandhumus	"	"
9	WilliamsFavorit	"	" " "	14	"	"	"
10	Filippa . . .	Djurön	" Gneis "	7	Lehm	"	"
11	Steinkirche . .	"	" " "	18	schwarzer Humus	15. 12.	Nov./Dez.
12	Maglemer . . .	"	" " "	22	"	"	"
13	Graugelbling .	"	" " "	22	"	"	"
14	Signe Tillisch .	"	" " "	11	"	1. 1.	"
15	Bern. Rosenapfel	"	" " "	18	"	"	"
16	Dronning Louise	"	" " "	11	Sandhumus	"	"
17	Ölands Königs- apfel	Unbek.	—	—	—	"	"
18	Keswicks Codlin	—	—	—	—	—	—
19	Roter Pigeon .	—	—	—	—	—	—
20	Gelber Graven- steiner	Djurön	Kies, Gneis, Lehm	19	schwarzer Humus	15. 1.	Dez./Jan.
21	Roter Graven- steiner	"	" " "	19	"	"	"
22	Rosenreihcr . .	"	" " "	22	Sandhumus	"	"
23	Hausmutterapfel	Unbek.	" " "	—	—	1. 2.	"
24	Winter-Gold- parmäne . . .	Djurön	" " "	49	Lehm	1. 3.	Jan./Febr.
25	Gelber Richard	"	" " "	19	schwarzer Humus	"	"
26	Alexander . . .	"	" " "	18	"	"	"
27	Melone	"	" " "	19	"	"	"
28	Cox's Orange .	"	" " "	11	Sandhumus	"	"
29	Boiken	"	" " "	37	"	"	"

Weintrauben bei der Lagerung im Kühlhause, Ernte 1927.

Bei der Aufbewahrung im Kühlhause

Das Obst wurde ins Kühlhaus eingeliefert am	Alle Früchte haltbar bis zum	Grundfarbe der Frucht	Farbe des Kernes	„Innerer Zusammenbruch“ am	Das Obst soll verkauft resp. angewandt werden im Monat	Alle Früchte waren zerstört am	Die Frucht ist im Kühlhause länger haltbar Anzahl Monate	Schimmelbildung	
								auf verdorbenen Flächen des Obstes	im Kernhause
15. 10.	1. 4.	3	dunkelbraun	1. 6.	Febr./März	15. 6.	6	1. 6.	nicht
"	1. 3.	2—3	"	1. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	5	nicht	"
"	1. 4.	2—3	"	1. 5.	Febr./März	15. 5.	6	"	"
"	15. 4.	2—3	"	15. 5.	März/April	15. 6.	6	1. 6.	"
"	"	2—3	"	1. 6.	"	"	6	"	"
"	1. 5.	2—3	"	"	"	15. 7.	5	nicht	1. 6.
"	15. 5.	2—3	"	20. 5.	Mai/Juni	1. 7.	5,5	"	nicht
"	1. 5.	2—3	"	15. 5.	März/April	1. 6.	5	"	"
"	"	3	"	"	"	"	5	"	"
8. 10.	1. 4.	2—3	"	15. 4.	Febr./März	1. 5.	4	1. 5.	"
"	"	3	"	1. 6.	"	1. 7.	4	nicht	"
"	1. 5.	2—3	"	15. 5.	März/April	1. 6.	4,5	"	"
"	"	3	"	"	"	"	4,5	"	"
"	"	3	"	1. 6.	"	1. 7.	4	"	"
"	"	2—3	"	1. 6.	"	15. 6.	4	"	"
"	15. 5.	2—3	"	1. 6.	April/Mai	1. 7.	4,5	"	"
15. 10.	"	2—3	"	"	"	"	5	"	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. 10.	1. 5.	3	dunkelbraun	1. 6.	März/April	1. 6.	3,5	1. 6.	nicht
"	"	3	"	"	"	"	3,5	"	"
"	"	2—3	"	"	"	15. 6.	3,5	nicht	"
15. 10.	1. 4.	3	"	1. 5.	Febr./März	15. 5.	2	"	"
8. 10.	15. 4.	3	"	1. 6.	März/April	15. 6.	1,5	1. 6.	"
"	1. 5.	3	"	15. 5.	"	"	2	15. 5.	"
"	"	3	"	"	"	1. 7.	2	nicht	"
"	"	2—3	"	1. 6.	"	15. 7.	2	Juni	"
"	15. 6.	3	"	20. 6.	Mai/Juni	1. 7.	3,5	nicht	"
"	1. 5.	3	"	15. 6.	März/April	"	2	"	"

Nr.	Obstart	Name des Obst- gartens	Die Geologie des Obstgartens nach der geologischen Karte	Alter des Obstbaumes in Jahren	Boden- beschaffen- heit in der Nähe des Obst- baumes	Beim Auf- bewahren im gewöhnlichen Obstlagerraum	
						halt- bar bis zum	soll ver- kauft resp. angewandt werden im
30	Grüne Renette .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	24	Sandhumus	1. 3.	Jan./Febr.
31	Rote " .	"	" " "	27	"	"	"
32	Cellini . . .	Djurön	" " "	1	"	1. 4.	Feb./März
33	Ribston . . .	"	" " "	19	schwarzer Humus	"	"
34	Kalmar Glas .	Unbek.	—	—	—	"	"
35	Eisenapfel . .	"	—	—	—	"	"
37	Ribston . . .	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	34	Sandhumus	"	"
Birnen							
1	Sommer- Bergamotte .	Sylten	" " "	19	Sandhumus	1. 9.	August
2	Williams . . .	Djurön	" " "	15	schwarzer Humus	1. 10.	Septemb.
3	Graubirne . .	Sylten	" " "	16	"	"	"
4	Esperens Herren-Birne.	Djurön	" " "	8	Lehm	"	"
5	Clara Frijs . .	Norrviken	" Granit "	28	Sandhumus	"	"
6	Napoleon . . .	Unbek.	—	—	—	1. 11.	Oktober
7	Gränna Rotbirne	Sylten	Kies, Gneis, Lehm	24	Sandhumus	"	"
8	Pierre Corneille	Unbek.	—	—	—	"	"
9	Tongre . . .	Stenkullen	Kies, Granit, Lehm	39	Lehm	"	"
10	Herbst- Bergamotte .	Djurön	" Gneis "	10	"	"	"
11	Soldat Laboureur	"	" " "	3	Sandhumus	1. 12.	November
12	Nouveau Poiteau	"	" " "	18	schwarzer Humus	"	"
13	Winter- Bergamotte .	Sylten	" " "	29	Sandhumus	1. 1.	Dezember
14	Gute Louise . .	Djurön	" " "	18	schwarzer Humus	"	"
15	Doyenné du Co- mice . . .	"	" " "	12	"	"	"
16	Graf Moltke .	"	" " "	17	"	"	"
17	Eyewood . . .	"	" " "	39	Sandhumus	"	"
18	Erzherzog . .	"	" " "	21	"	"	"
19	Clapps Favorit .	"	" " "	10	Lehm	"	"
20	Graubirne . . .	"	" " "	10	"	1. 10.	Septemb.
21	Schwedische Weintrauben	Norrviken	" Granit "	—	—	1. 11.	Oktober

setzung.

Bei der Aufbewahrung im Kühlhause									
Das Obst wurde ins Kühlhaus eingeliefert am	Alle Früchte haltbar bis zum	Grundfarbe der Frucht	Farbe des Kernes	„Innerer Zusammenbruch“ am	Das Obst soll verkauft resp. angewandt werden im Monat	Alle Früchte waren zerstört am	Die Frucht ist im Kühlhause länger haltbar Anzahl Monate	Schimmelbildung	
								auf verdorbenen Flächen des Obstes	im Kernhause
15. 10.	1. 5.	2—3	dunkelbraun	15. 5.	März/April	1. 6.	2	nicht	nicht
"	"	2—3	"	"	"	"	2	"	"
8. 10.	1. 6.	3	"	10. 6.	April/Mai	1. 7.	2	"	"
"	1. 5.	2—3	"	1. 6.	März/April	15. 7.	1	1. 6.	1. 6.
15. 10.	1. 6	2—3	"	15. 6.	April/Mai	1. 7.	2	nicht	nicht
"	"	2—3	"	"	"	"	2	"	"
"	1. 8.	3	"	1. 9	Juni/Juli	15. 9.	4	"	"
20. 9.	15. 1.	3	schwarz	1. 2.	Dez./Jan.	15. 2.	4,5	nicht	nicht
"	1. 2.	2—3	"	15. 2.	"	1. 3.	4	"	"
"	1. 3.	2—3	"	5. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	5	15. 3.	"
8. 10.	1. 4.	2—3	"	1. 6.	Febr./März	15. 6.	6	1. 5.	"
20. 9.	15. 2.	2—3	"	1. 3.	Jan./Febr.	15. 3.	4,5	nicht	"
"	1. 3.	3	"	15. 3.	"	1. 4.	4	"	"
"	1. 2.	3	"	15. 2.	Dez./Jan.	1. 3.	3	"	"
"	15. 2.	2—3	"	1. 3.	Jan./Febr.	15. 3.	3,5	"	"
"	1. 3.	2—3	"	15. 3.	"	1. 4.	4	"	"
"	1. 5.	2—3	"	15. 5.	April/Mai	15. 6.	6	15. 5.	"
"	"	2—3	"	1. 6.	März/April	"	5	nicht	"
"	15. 2.	2—3	"	25. 2.	Jan./Febr.	15. 3.	2,5	"	"
"	15. 3.	2—3	"	1. 4.	Febr./März	15. 4.	2,5	"	"
"	1. 4.	2—3	"	15. 5.	"	15. 6.	3	"	"
8. 10.	15. 4.	2—3	"	1. 6.	März/April	"	3,5	"	"
"	1. 6.	2—3	"	15. 6.	April/Mai	1. 7.	5	"	"
"	"	2—3	"	"	"	"	5	"	"
"	1. 3.	2—3	"	15. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	2	"	"
20. 9.	1. 4.	2—3	"	15. 5.	Febr./März	1. 6.	3	1. 5.	"
"	1. 3.	2—3	"	15. 3.	Jan./Febr.	1. 4.	5	15. 3.	"
20. 9.	1. 4.	—	"	—	Febr./März	15. 6.	5	1. 4.	—

Mikroskopisch ist das Gewebe gut erhalten, und zwar sowohl im Epi- als auch im Mesokarp nebst Gefäßgewebe, was aus Abb. XXI, 6—10 hervorgeht. Die Zellen und ihre Wände sind deutlich und voneinander scharf abgegrenzt. Die Steinzellen sind ebenfalls frei von Veränderungen. Das ganze Gewebe stimmt mit demjenigen frischer Gute-Louise-Birnen überein.

15. Doyenné-du-Comice-Birne. Nach der Abb. XXII, 1 sind alle Birnen mit Ausnahme von einer gesund. „Innerer Zusammenbruch“ ist nicht vorhanden.

Die Abb. XXII, 2 u. 3 bestätigen, daß sich das Gewebe auch bei mikroskopischer Untersuchung als völlig ungeschädigt erweist. Sowohl Epi- als auch Mesokarp sind frei von Veränderungen. Die Zellen treten scharf hervor und färben sich deutlich. Die Steinzellen zeigen keine Veränderungen. Das ganze Gewebe gleicht demjenigen gesunder Exemplare dieser Birnenart. Das makroskopische Bild stimmt demnach mit dem mikroskopischen überein.

19. Clapps-Favorit-Birne. Die Abb. XXII, 5 stellt zwei völlig gesunde und eine ganz verdorbene, teilweise von weißem Schimmel überzogene Birne dar. Die halbierte Birne zeigt gesundes Gewebe am Schaft und geschädigtes Gewebe an der Blume.

Auf Abb. XXII, 6 sieht man den Übergang von gesundem zu geschädigtem Gewebe. Unter dem Epithel befinden sich große Steinzellen. Diese sind unversehrt, das Epithel ist jedoch degeneriert und im Zerfall begriffen. Das Mesokarp hat ebenfalls Schaden erlitten und zeigt undeutliche Zellgrenzen.

20. Graubirne. Die Abb. XXII, 7 veranschaulicht teils gesunde, teils geschädigte Birnen. Die Abb. XXII, 8 u. 9 zeigen mikroskopische Bilder des Gewebes, das teils gesund, teils zerstört ist. Im gesunden Gewebe sind die Zellen ganz, haben scharfe Konturen und sind distinkt gefärbt. Die Steinzellen sind auf Abb. XXII, 9 deutlich.

Schwedische Preißelbeeren, auf dem Markte in Norrköping eingekauft, wurden am 8. 9. 1927 ins Kühlhaus gebracht und verblieben daselbst in einer offenen Kiste bis zum 15. 5. 1928. Gewisse Preißelbeeren waren zu dem Zeitpunkte der Entnahme völlig gesund, saftig und hellrot, d. h. sie verhielten sich wie solche, die bei der Einlieferung zwar ganz ausgewachsen, aber nicht reif waren. Andere Preißelbeeren hatten dunkelrote Farbe. Diese waren mehr oder weniger verdorben, an der Oberfläche eingedrückt und im Zerfall begriffen. An der eingedrückten Oberfläche wiesen

sie Runzeln mit „Nabel“ auf. Ein Teil der Preiselbeeren war ganz vertrocknet. Dieselben sahen klein aus und waren vermutlich entweder unreif oder aber überreif gewesen. In vertrocknetem Zustande besaßen sie braunschwarze bis rein schwarze Farbe. Aus diesem Versuch geht hervor, daß sich ganz ausgewachsene, saftige, hellrote Preiselbeeren bis zum 15. 5. des Jahres nach der Ernte im Kühlhaus aufbewahren lassen, während ganz reife, überreife und unreife Preiselbeeren verderben. Große und mittelgroße Preiselbeeren halten sich am besten, kleine dagegen am schlechtesten.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Der Schwerpunkt der oben referierten Untersuchungen lag in der Erforschung des Zustandes der Gewebe am äußersten Ende der Haltbarkeit der Frucht. Als Vergleichsobjekt diente ganz frisches, also nicht aufbewahrtes Obst und solches, das in gewöhnlichen Obsträumen gelagert hatte. Siehe Lit. 1, S. 303.

Diese Untersuchungen haben ergeben, daß sich die Struktur bei Obst, das im Kühlhause aufbewahrt wird, bis zum Ende der Haltbarkeit der Frucht unverändert erhält. Erst am äußersten Ende der Haltbarkeit der Frucht vermag man im Gewebe histologische Veränderungen wahrzunehmen.

Diese beginnen im lockeren Mesokarp, wo die Zellen degenerieren und zerfallen. Sie färben sich daselbst ungleichmäßig. Der Zerfall tritt allmählich ein, wie vor allem Abb. VIII, 9 zeigt. Die Zellwand wird dabei immer dünner und birst schließlich an einer Stelle (Abb. XIII, 10). So schreitet der Zerfall immer weiter fort, bis schließlich die Zellwand in eine Menge kleiner Partikel aufgeteilt ist, wie Abb. VIII, 9 veranschaulicht.

Das dichte Mesokarp ist bedeutend haltbarer und kann völlig unverändert sein, selbst wenn das lockere zerfallen ist. Allmählich jedoch degeneriert auch das dichte Mesokarp, das sich dann ebenfalls ungleichmäßig färbt und zerfällt. Der Zerfall sieht aber hier anders aus. Die Fasern des Gewebes fallen gleichsam einer hyalinen Degeneration anheim und nehmen glasartig-homogene Beschaffenheit an. Die feinfaserige Struktur geht verloren.

Die Steinzellen des Mesokarps verändern sich während der Lagerung sehr unbedeutend. Meistens vermag man an denselben überhaupt keine Veränderungen wahrzunehmen, selbst wenn das übrige Gewebe hochgradig geschädigt und verändert ist.

Das Gefäßgewebe ist ebenfalls sehr haltbar. Schließlich degeneriert auch dieses, wobei sich u. a. die Segmentierung verwischt.

Das Epikarp ist bedeutend haltbarer als das Mesokarp, weshalb es oft keine Veränderungen zeigt, wenn sich das Mesokarp im Zustande des Zerfalls befindet. Aber auch das Epikarp fällt schließlich der Degeneration anheim. Die Zellgrenzen heben sich dann nicht so scharf ab, sondern das Gewebe macht einen verwischten Eindruck, indem die Zellen gleichsam zusammengeklumpt erscheinen. Die äußerste Schicht des Epikarps scheint die widerstandsfähigste zu sein. Man sieht hier, wie zu erwarten war, weder Spalten noch Risse.

Sowohl im Epi- als auch im Mesokarp (Abb. XIII) kann man Nekrobiose wahrnehmen, d. h. ein Absterben des Gewebes, das nicht plötzlich, sondern allmählich zustande kommt. Dem Tode gehen degenerative Prozesse voraus, die schließlich zu vollständiger Nekrose des Gewebes führen. Das Mesokarp scheint jedoch öfter als das Epikarp der Nekrobiose anheimzufallen, man findet sie jedoch in beiden Geweben (Abb. XVII).

Bei einer in großen Zügen vorgenommenen Rekonstruktion der Prozesse, welchen die Frucht während der Lagerung im Kühlhaus anheimfällt, wenden wir uns zunächst dem

Reifungsprozesse zu.

Ist die Frucht bei der Einlieferung ins Kühlhaus „baumreif“, so reift sie daselbst allmählich. Dieser Reifungsprozeß scheint im Kühlhause in derselben Weise wie in gewöhnlichen Obstlager-räumen fortzuschreiten. Die Stärke verwandelt sich in Zucker, und der Zucker verbrennt allmählich beim Atmungsprozeß der Frucht. Die organischen Fruchtsäuren verbrennen ebenfalls während der Atmung. Das Protein, Tannin, Fett und die wachsartigen Stoffe ebenso wie die aromatischen Substanzen vermindern sich allmählich während der Lagerung (1). Doch vollziehen sich alle diese Prozesse im Kühlhause langsamer als in anderen Räumen, da die niedrige Temperatur die chemischen Prozesse verlangsamt.

Der Wachsüberzug auf der Oberfläche der Frucht hat sich ziemlich gut erhalten.

Die Farbe der Frucht geht, wie wir gesehen haben, von dunkelgrün über hellgrün und gelbgrün in gelb über. Eine Veränderung der roten Farbe ließ sich nicht ermitteln.

Zellkerne und Protoplasma lassen sich in den Zellen, sobald die Frucht das Ende ihrer Haltbarkeit erreicht hat, nicht nachweisen. Sie sind zerstört, und nur die Zellwände sowie der Fruchtsaft sind übrig geblieben.

Die Epidermiszellen haben sich bis zum äußersten intakt gehalten und den Angriffen von Parasiten sowie Mikroorganismen widerstanden.

Die Haltbarkeit der Frucht im Kühlhause wird durch den Umstand begrenzt, daß zunächst Protoplasma und Kern infolge der Enzymwirkung zugrunde gehen, hiernach werden die Zellwände angegriffen. Makroskopisch kennzeichnet sich dieses durch „inneren Zusammenbruch“ und mikroskopisch durch Degenerations- und Zerfallsprozesse, und zwar zuerst im lockeren Mesokarp, danach im dichten Mesokarp und zuletzt im Epikarp.

Es scheint, daß das Grenzgebiet zwischen Endo- und Mesokarp gewöhnlich zuerst dem „inneren Zusammenbruch“ anheimfällt. Hier ist auch keine so reichliche Gefäßverzweigung vorhanden. Vielleicht ist die Ursache des Einsetzens des „inneren Zusammenbruchs“ an dieser Stelle gerade in dieser Eigentümlichkeit im anatomischen Bau der Frucht zu suchen.

Die histologische Untersuchung der Frucht gestattet die Feststellung der Haltbarkeitsgrenze von Obst, so daß man dasselbe verkaufen oder verbrauchen kann, bevor es verdirbt. Makroskopisch läßt sich dieses nicht immer entscheiden. Cox's Orange-Äpfel, die 1927 geerntet wurden, bilden ein eklatantes Beispiel hierfür. Am 21. 6. im Jahre nach der Ernte sahen diese Äpfel makroskopisch unverändert aus, mikroskopisch ließen sich jedoch im Gewebe Degeneration sowie Zerfallsprozesse feststellen. Schon 10 Tage später waren die Äpfel ganz verdorben. Die histologische Untersuchung von Obst, das im Kühlhaus gelagert wird, ist deshalb sehr wertvoll.

Literaturverzeichnis.

1. Rasmusson, L., Die Lebensmittel und ihre Aufbewahrung. Hannover 1931.
2. Magness, J. R. etc., The ripening, storage and handling of apples, No. 1, 406, aug. 1926.
3. Schneider, Die botanische Mikrotechnik. Jena 1922.
4. Special reports of the food investigation board, London.
5. Palm, B., Äpplets pricksjuka, Sveriges Pomologiska föreningsårsskrift, 1915, häfte I, sid. I.

Bericht über die 27. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 26. bis 29. Mai 1931 in Münster i. W.

Die Tagung fand wieder gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik statt. Die alte Universitätsstadt Münster mit ihren schönen Häusern und ihren vielen geschichtlichen Erinnerungen bot den Teilnehmern auch neben der wissenschaftlichen Arbeit reiche Anregung. Gleich am ersten Tage fand eine Führung durch die Stadt statt, die an Stelle des erkrankten Prof. Wackernagel von Frau Prof. Heilbronn in dankenswerter Weise übernommen worden war. Abends versammelte ein Begrüßungsabend die Teilnehmer der Tagung im Zivil-Klub.

Am Mittwoch, dem 27. Mai, 8 $\frac{1}{2}$ Uhr, eröffnete der Präsident der Deutschen Botanischen Gesellschaft Prof. Dr. Benecke-Münster zu Beginn der gemeinsamen Sitzung der drei botanischen Gesellschaften die Tagung im Auditorium maximum der Universität. Er begrüßte die Botaniker herzlichst in der Hauptstadt Westfalens und gab einen Überblick über die in Aussicht genommenen Sitzungen und Ausflüge. Geheimrat Prof. Dr. Krause, der Rektor der Universität, hieß die Teilnehmer in den Räumen der Universität, die bereits ihr 150jähriges Jubiläum gefeiert habe, willkommen. Seine Liebe zur Botanik sei in den Vorlesungen bei Goebel erwacht und seine botanischen Kenntnisse seien ihm, dem Mediziner, bei den wichtigen Beziehungen der neueren Ernährungslehre zur Botanik von großem Wert. Weitere Begrüßungsansprachen hielten der Vertreter des Oberpräsidenten der Provinz Westfalen und des Landeshauptmanns sowie der Oberbürgermeister der Stadt Münster und der Vertreter der Landwirtschaftskammer Westfalen, der an die Beziehungen von Landwirtschaft und Gartenbau, von Pflanzenzucht und Pflanzenschutz zur Botanik erinnerte.

In dem wissenschaftlichen Teil der Sitzung wurden unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Went-Utrecht die folgenden Vorträge gehalten:

F. Oehlkers-Darmstadt: Der gegenwärtige Stand der Mutationsforschung.

R. Kräusel-Frankfurt a. M.: Wesen und phylogenetische Bedeutung der ältesten Gefäßpflanzen.

Der dritte Vortrag

J. Westerdijk-Baarn: Das Baumsterben, insbesondere das Ulmensterben,

zu dem auch Vertreter der Stadt und des Gartenbaues erschienen waren, wurde unter dem Vorsitz von Geheimrat Prof. Dr. Appel-Berlin um 18¹/₂ Uhr gehalten.

Im Anschluß daran hatte die Stadtverwaltung zu einem Westfälischen Abend im Rathaussaal geladen. Die Begrüßung der Botaniker durch einen Stadtsoldaten und den Münsterschen Kiepenkerl sorgte für fröhliche Stimmung. In einem Film ließ man die Schönheiten der Stadt Münster und des Westfalenlandes an sich vorüberziehen und lauschte sodann dem Vortrag mehrerer Lönslieder, die von einer jungen Dame zur Laute gesungen wurden. Die darauf folgende Vorführung altwestfälischer Bauerntänze mit dem Stadtbüttel als launigem Ansager bot ein Stück westfälischen Volkslebens dar.

Die Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik, die am Donnerstag, dem 28. Mai im Hörsaal des Zahnärztlichen Institutes abgehalten wurde, war von folgenden Mitgliedern besucht:

Appel-Berlin-Dahlem	Gaßner-Braunschweig
Appel-Gießen	Goeze-Braunschweig-Gliesmarode
Berkner-Breslau-Schwoitsch	Hannig-Münster
Bonrath-Leverkusen	Hassebrauk-Braunschweig-Gliesmarode
Brandenburg-Baarn	Kappert-Berlin-Dahlem
Braun-Berlin-Dahlem	Kern-Budapest
Bredemann-Hamburg	Klebahn-Hamburg
v. Brehmer-Berlin-Dahlem	Koltermann-Stettin
Buisman-Baarn	Liese-Eberswalde
Diddens-Baarn	Lindenbein-Bonn
Esdorn-Hamburg	Ludwigs-Berlin
Fahrenholtz-Bremen	
Fischer, Hugo-Berlin-Steglitz	

Pieschel-Braunschweig-Gliesmarode	Schneider-Berlin-Dahlem
Plaut-Quedlinburg	Schuster-Berlin
Quanjer-Wageningen	v. Slogteren-Lisse
Rabanus-Uerdingen	Snell-Berlin-Dahlem
Rabbas-Leverkusen	Spieckermann-Münster
Rabien-Braunschweig-Gliesmarode	Stapp-Berlin-Dahlem
Reinau-Berlin	Stolze-Oldenburg
Richter-Berlin-Dahlem	v. Vloten-Wageningen
Riede-Bonn	Wartenberg-Stade
Rohweder-Gießen	Wehner-Bitterfeld
Schaffnit-Bonn	Weißflog-Ludwigshafen
Schmidt-Kl.-Wanzleben	Werneck-Linz
	Westerdijk-Baarn
	Winkelmann-Berlin-Dahlem

Der 1. Vorsitzende, Geheimrat Prof. Dr. Appel, eröffnete die Sitzung und begrüßte die Mitglieder und Gäste und insbesondere den Vertreter des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, Oberregierungsrat Schuster. Sodann gab er Kenntnis von dem Ableben folgender Mitglieder:

Merten, Vorsitzender der Landwirtschaftskammer, Wiesbaden am 1. Juli 1930;

Geh. Oberregierungsrat Prof. Dr. A. Engler, Berlin-Dahlem am 10. Oktober 1930;

Regierungsrat Dr. Behn, Berlin-Dahlem am 26. Oktober 1930; Landesökonomierat Dr. Zimmermann, Rostock am 29. Dezember 1930;

Prof. Dr. A. Mertens, Magdeburg am 1. Januar 1931;

Geh. Oberregierungsrat Prof. Dr. Zimmermann, Berlin-Zehlendorf am 22. Februar 1931;

Prof. Dr. H. C. Müller, Halle (Saale) am 27. Februar 1931.

Zu Ehren der Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von den Sitzen.

Der Schatzmeister, Priv.-Doz. Dr. Braun, berichtete über die Mitgliederbewegung und stellte fest, daß die Vereinigung am 1. I. 1931 einen Bestand von 590 Mitgliedern hatte. Sodann legte er den folgenden Kassenbericht vor:

Bestand am 31. XII. 1929 5 582,42 M.

Einnahmen:

Mitgliedsbeiträge 1930	11 066,39 M.	
Zinsen	526,74 „	M.
	<u>17 175,55 M.</u>	17 175,55

Ausgaben:

Für Papiere an Dresdner Bank	7 128,75 M.	
(6 000,— M. 8 % 24. Preuß. Zentralstadt- schaft Gold-Pfandbriefe J/J Kurs 95	5 700,— M.	
1 500,— M. 8 % 1930 Berliner Schatz- anweisungen A/O Kurs 95,25 1 428,75 M.		
Gebr. Borntraeger	8 793,90 M.	
Verwaltungsunkosten	908,83 „	
Portoausgaben	153,88 „	
	<u>16 985,36 M.</u>	16 985,36

Bestand:

Girokasse	12,89 M.	
Sparkasse	5,00 „	
Postscheck	0,32 „	
Kasse	171,98 „	
	<u>190,19 M.</u>	190,19

Der Schatzmeister: gez. H. Braun

Geprüft und für richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 18. Mai 1931.

Die Kassenprüfer: gez. Schlumberger gez. Höstermann

Der Vorsitzende dankte dem Schatzmeister im Namen der Vereinigung für die umsichtige Kassenführung, die es ermöglicht habe, den Mitgliedern die Zeitschrift „Angewandte Botanik“ im Umfange von 36 Bogen zu liefern. Er hoffe, daß es möglich sei, diesen Umfang auch weiterhin beizubehalten.

Dem Kassenführer und dem Vorstand wurde darauf von der Versammlung Entlastung erteilt.

In Anbetracht des 50jährigen Jubiläums der Deutschen Botanischen Gesellschaft, das in Berlin gefeiert werden soll, wurde beschlossen, die nächstjährige Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik Pfingsten 1932 ebenfalls in Berlin abzuhalten.

Am Schluß der geschäftlichen Sitzung brachte Dr. Hugo Fischer folgende Anregung vor: Die Vereinigung für angewandte Botanik möge sich im Interesse der deutschen Landwirtschaft und der deutschen Volksernährung dafür einsetzen, daß die „Wissenschaft von der Pflanze“ in der Lehre vom Acker- und Pflanzenbau und im landwirtschaftlichen Versuchswesen mehr als bisher zur Geltung gebracht werde. Die Führung hat auf diesem Gebiet allein die Agrikulturchemie, doch diese ist von traditioneller Einseitigkeit. Schon ihr Begründer, J. von Liebig, hat, obwohl ein bedeutender und bahnbrechender Mann, doch meistens völlig versagt, wenn Biologie in Frage kam. Seine Nachfolger haben mit rühmlichem Fleiß in methodischen Richtungen weiter gearbeitet, — ein wesentlich neuer Gedanke ist in ihrer Arbeit aber nirgends zu finden, viel eher Widerstand gegen einen solchen Gedanken, der von außen an sie herantrat. Acker- und Pflanzenbau sind nicht oder nicht nur angewandte Chemie; es ist ein guter Teil Pflanzenphysiologie dabei. Darum gehörte für jede Versuchsstation, die Anbauversuche macht, die nicht nur Untersuchungsstelle ist, als Direktor ein Botaniker, unterstützt von den nötigen chemischen Assistenten und Laboranten. Und bei Besetzung botanischer Lehrstühle an landwirtschaftlichen Hochschulen sollte man nicht so sorgfältig wie bisher vermeiden, Herren zu berufen, die sich vielleicht für Stoffwechsel und Ernährung der grünen Pflanze interessieren könnten; neben Pflanzenkenntnis, Vererbungslehre und Pflanzenschutz ist nun einmal die Ernährungslehre das Wichtigste in der landwirtschaftlichen Botanik, nicht zu vergessen die Bakterienkunde.

Schluß der Generalversammlung um 9 Uhr.

In der sogleich anschließenden wissenschaftlichen Sitzung wurden folgende Vorträge gehalten:

1. Buisman, Chr.: Erfahrungen mit der Bekämpfung des Ulmensterbens in Holland.
2. Heinze, B.: Der Humus in seiner Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit und für den Pflanzenschutz.
3. Quanjér, H. M.: Die Autonomie der phytopathogenen Virusarten.

Der erste Vortrag¹⁾ rief eine sehr lebhafte Besprechung hervor, aus der folgende Ergebnisse hervorgehoben werden sollen:

Ob erkrankte Ulmen entfernt werden sollen, muß von Fall zu Fall durch eingehende Untersuchung entschieden werden.

¹⁾ Im Auszug veröffentlicht in Heft 5 dieses Bandes.

Daß ein Ulmensterben in Waldbeständen nicht beobachtet worden ist, liegt jedenfalls daran, daß in Auwäldern andere Ulmenarten vorkommen oder daß dort der Splintkäfer fehlt, durch den die Krankheit verbreitet wird. In Frankreich kennt man die Krankheit auch in Wäldern.

Eine Bekämpfung des Splintkäfers ist notwendig. Fangbäume sind aber wegen der schnellen Vermehrung des Käfers gefährlich.

Ein Zurückschneiden erkrankter Bäume hilft nicht gegen eine weitere Ausbreitung der Krankheit. Die Bäume sehen nach dem Zurückschneiden eine Zeitlang besser aus; ein dauernder Erfolg ist aber nicht dadurch zu erwarten, da die Bäume gezeigt haben, daß sie anfällig sind. Die Art des Straßenbaues ist nicht maßgebend. Die Wirkung einer stärkeren Bewässerung gegen die Erkrankung muß noch weiter untersucht werden; sie hatte in Holland bisher keinen Erfolg. Eine Bekämpfung des Ulmensterbens durch die Infiltrationsmittel von Illisch ist nicht zu empfehlen.

Der dritte Vortrag konnte wegen der Kürze der Zeit leider nicht in dem vorgeschlagenen Umfang gehalten werden¹⁾.

Schluß der Sitzung um 12¹⁰ Uhr.

Am Nachmittag des 28. Mai fanden gleichzeitig zwei Exkursionen mit Autobus statt, von denen die eine zum Naturschutzpark „Heiliges Meer“ bei Hopsten und die andere zu westfälischen Wasserburgen führte. Am Abend fanden sich die Teilnehmer zu einem zwanglosen Zusammensein im Stadthotel Freudiger ein, wo trotz der ungewöhnlich warmen Witterung auch die Tänzer und Tänzerinnen zu ihrem Rechte kamen.

Am Freitag, dem 29. Mai fand eine Fortsetzung der wissenschaftlichen Sitzung statt. Da der erste Vorsitzende verhindert war, anwesend zu sein, eröffnete der stellvertretende Vorsitzende, Prof. Dr. Gaßner, um 8^{1/2} Uhr die Sitzung, in der folgende Vorträge gehalten wurden:

1. Brandenburg, E: Die Rolle des Bors bei der Kultur der Futterrüben²⁾.
2. Rabanus, A.: Die laboratoriumsmäßige toximetrische Prüfung von Holzkonservierungsmitteln³⁾.

¹⁾ Es sei auf die Arbeit Quanjers im Juniheft 1931 der Phytopathologie hingewiesen.

²⁾ Im Auszug veröffentlicht in Heft 5 dieses Bandes.

³⁾ Veröffentlicht in Heft 4 dieses Bandes.

3. Brandenburg, E.: Die sogenannte Urbarmachungskrankheit bei Erbsen und Futterrüben¹⁾.
4. Heinze, B.: Die deutsche Ölbohne „*Phaseolus hispidus germanicus*“.

Der letzte Vortrag rief eine sehr lebhaftc Diskussion über das Für und Wider des Sojabohnenanbaues in Deutschland hervor.

Schluß der Sitzung um 11 Uhr.

Im Anschluß daran fand eine Besichtigung des Botanischen Institutes der Universität Münster statt. Prof. Dr. Benecke und seine Mitarbeiter konnten dabei die schönen Apparate für physiologische Untersuchungen zeigen, mit denen das Institut reich ausgestattet ist.

O. Appel

K. Snell

1. Vorsitzender

1. Schriftführer

Bericht über die Hollandfahrt.

Im Anschluß an die Tagung in Münster machten etwa 60 Damen und Herren der drei botanischen Gesellschaften eine Besichtigungsreise nach dem benachbarten Holland. Die Fahrt ging im Autobus am Freitag, dem 29. Mai nachmittags von Münster ab und führte zunächst über Gronau nach Wageningen durch den am reichsten bewaldeten Teil Hollands mit schönen Landhäusern und Gärten und hohen, alten Alleen, deren berühmteste die Middachter Buchenallee ist. Auf dieser Fahrt kamen wir quer durch eine langgestreckte, aber glücklicherweise nicht sehr breite Waldzone, in der ein schweres Gewitter mit wolkenbruchartigem Regen niederging. Es dauerte auch nicht lange, bis wir wieder im schönsten Sonnenschein fuhren. Weiter ging es durch fruchtbare Felder zur Yssel, die wir auf einer Brücke überquerten. Auf dem Wagener Berg wurde in einem großen, im Walde gelegenen Restaurant zu Abend gegessen und hier empfanden wir gleich, mit welcher Freude und Sorgfalt die holländischen Kollegen die Reise vorbereitet hatten. Da nur ein Tag zur Besichtigung der zahlreichen Institute in Wageningen zur Verfügung stand, so war es nicht möglich, alle zu besichtigen. Es waren daher Besichtigungsgruppen für je drei Institute zusammengestellt, die man bereits beim Abendessen auswählen konnte. Von ihren Gastgebern abgeholt, gelangten die Teilnehmer spät abends in ihre Quartiere. Am Sonnabend, dem 30. Mai wurden die folgenden Institute besichtigt:

¹⁾ Im Auszug veröffentlicht in Heft 5 dieses Bandes.

Phytopathologischer Dienst (v. Poeteren),
 Institut für Gartenbau (Sprenger),
 Versuchsstation für Samenkontrolle (Franck),
 Versuchsstation für Viehfutterkontrolle (de Bruyn),
 Institut für Pflanzenphysiologie (Blaauw),
 Institut für Mikrobiologie (Söhngen),
 Institut für Vererbungsforschung (Honing),
 Institut für Phytopathologie (Quanjér),
 Institut für Pflanzenzucht (Broekema),
 Arboretum (Jeswiet).

In der Mittagspause, von 12—14 $\frac{1}{2}$ Uhr, waren alle Teilnehmer von ihren Gastgebern in freundschaftlichster Weise zum Frühstück gebeten. Und schon um 17 Uhr ging die Fahrt von dem gastlichen Wageningen weiter im Autobus nach Baarn.

Nach 1 $\frac{1}{2}$ Stunden waren wir in Baarn, das mitten im Wald zu liegen scheint. Im Hotel „Kasteel van Antwerpen“ wurde zu Abend gegessen, dann ging es unter der ortskundigen Führung von Prof. Westerdijks Mitarbeitern in die Quartiere und um 8 Uhr in den botanischen Garten, der als „Cantonpark“ bekannt ist. Dieser Park zeichnet sich durch schöne und seltene Bäume aus, von denen genannt seien: *Abies numidica* und *cephalonica*, *Cedrus atlantica aurea*, *Liriodendron tulipifera* u. a.

Er wird von den Professoren Pulle und Westerdijk betreut und enthält auch Gewächshäuser und Felder für Versuche über Pflanzenkrankheiten, die am folgenden Morgen besichtigt wurden. Den Beschluß des Tages bildete ein „Fröhlicher Abend in der Phytopathologie“, der allerhand Überraschungen bot. Zunächst sei mitgeteilt, daß über dem Eingang zu dem großen Praktikumsaal, der für diesen Abend in ein Kabarett umgewandelt war, folgender Spruch eingemeißelt ist: „Werken en feesten vormt schoone Geesten!“ (Arbeiten und Feste feiern bildet schöne Geister). Unter dem Eindruck dieser Lebensweisheit, die schon Goethe in die Worte: „Saure Wochen, frohe Feste; tages Arbeit, abends Gäste!“ gekleidet hatte, stand auch der nur zu kurze Besuch in Baarn.

Prof. Westerdijk und ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gaben uns an diesem „Fröhlichen Abend“ in Form einer Revue eine launige Darstellung ihrer Arbeiten, die darin ausklang, daß die Phytopathologie das glückliche Fach sei, das die reine (abgewandte) und die angewandte Botanik unter einem Dach ver-

einige. Dieser Gedanke wurde in folgendem Schlußlied von unseren holländischen Freunden zum Ausdruck gebracht:

Wie glücklich ist das Land,
Voll Lebensfreudigkeit,
Wo an- und abgewandt
Sind Freund' für alle Zeit.
Sie reichen sich die Hand
Die an- und abgewandt.
Wo ist sonst in der Welt
Doch so ein glücklich Land.

Wie glücklich ist das Fach,
Das beide in sich vereint;
Wo unter einem Dach
Lebt die botanische Gemeind'.
Die Phytopathologie
Braucht beide für ihre Ziel',
Und an- und abgewandt
Liebt sie dann auch gleichviel.

Am nächsten Morgen fanden sich alle Teilnehmer zu ernster Arbeit wieder im Institut ein, wo die Ergebnisse der hier geleisteten Untersuchungen an Hand eines umfangreichen Anschauungsmaterials eingehend dargelegt wurden. Hervorgehoben sei die ausgezeichnete lebende Pilzsammlung des „Centraalbureau voor Schimmelcultures“, die einer ständigen sorgfältigen Pflege und Bearbeitung bedarf.

Gegen 12 Uhr ging es dann weiter im Autobus nach Utrecht, der alten holländischen Universität, an der auch Prof. Westerdijk ihre Lehrtätigkeit ausübt. In einem Gewächshaus des botanischen Gartens, das als Festraum hergerichtet war, wurde das Frühstück eingenommen; dann folgte die Besichtigung des schönen botanischen Gartens und des pflanzenphysiologischen Instituts von Prof. Went. Man sah hier eine große Zahl von äußerst feinen Apparaten, mit denen man in die Geheimnisse der Reizphysiologie einzudringen versucht. Im Anschluß daran wurde das Institut für systematische Botanik mit seinem großen Museum und Herbarium, das Prof. Pulle untersteht, besichtigt. Der Abend vereinigte die Teilnehmer zum Abendessen im alten Rathauskeller in Utrecht.

Der letzte Tag der Besichtigungsfahrt führte uns in einen ganz anderen Teil Hollands, in das Gebiet der Blumenzwiebelkulturen. In der alten Reichsstadt Leiden verließen wir den Zug und fuhren mit Autobussen nach Lisse. Hier besichtigten wir das Institut für Zwiebelkulturen (Abb.), das von Prof. van Slogteren geleitet wird, und das die Aufgabe hat, die physiologischen und phytopathologischen Fragen der Blumenzwiebelkultur zu bearbeiten. Von den ersteren ist es vor allen Dingen die Frage, das Nachreifen der Zwiebeln so zu beschleunigen, daß sie bereits im Herbst getrieben werden können und zu Weihnachten blühen. Es kann das nur durch warme Lagerung erreicht werden. Neuerdings hat man auch eine künstliche Erwärmung des Bodens in der letzten Zeit

vor der Ernte der Zwiebeln zu Hilfe genommen. Und so sahen wir auf der nachfolgenden Exkursion in die Blumenzwiebfelder große Ländereien, die mit Heizschlangen im Boden versehen waren und durch besondere Heizanlagen mit Ölfeuerung beheizt wurden. Die Bekämpfung von pilzlichen und tierischen Krankheiten ist bei einer so einseitigen Kultur natürlich von größter Bedeutung, daher auch diese Fragen, wie z. B. die Warmwasserbeizung der Zwiebeln,



Die Teilnehmer der Hollandfahrt vor dem Institut für Zwiebelkulturen in Lisse.

eingehend in Lisse bearbeitet werden. Nach der Besichtigung des Instituts führte uns Prof. van Slogteren in Autobussen durch das Gebiet der Zwiebelkulturen bis nach Noordwijk, wo im Huis ter Duin das Mittagessen eingenommen und bei herrlichem Sonnenschein am Strand der Nordsee die Besichtigungsfahrt beendet wurde. Den holländischen Kollegen sei auch an dieser Stelle noch einmal für die große Mühe bei der Vorbereitung und Durchführung dieser Fahrt und für ihre weitgehende Gastfreundschaft im Namen der Teilnehmer herzlichst gedankt.

K. Snell

Kleine Mitteilung.

The Indian Journal of Agricultural Science, Vol. I.

Neben den in unregelmäßigem Zeitabstand herauskommenden „Memoirs of the Department of Agriculture in India“ ist jetzt neu eine zweimonatlich herausgegebene Zeitschrift erschienen, das „Indian Journal of Agricultural Science“. Das vorliegende dritte Heft der neuen Zeitschrift umfaßt Arbeiten pflanzenbaulichen Inhalts sowie Themen aus dem Pflanzenschutz. So z. B. Arbeiten über das „Jährliche Auftreten von Rost auf Weizen und Gerste“; ferner „Mahl- und Backversuche bei einer Reihe von indischen Weizen aus Pusa und Mirpurkhas“ u. a. m.

Voss, Berlin-Dahlem.

Der Biologe, J. F. Lehmanns Verlag München.

Unter diesem Titel erscheint seit Oktober 1931 eine Monatschrift zur Wahrung der Belange der deutschen Biologen. Als Herausgeber zeichnen Geheimrat Prof. Dr. O. Appel (Berlin), Prof. Dr. E. Baur (Müncheberg), Studienrat Dr. Ph. Depdolla (Berlin), Prof. Dr. M. Hartmann (Berlin-Dahlem), Prof. Dr. A. Kühn (Göttingen) und Prof. Dr. E. Lehmann (Tübingen), letzterer als Schriftleiter. Die Zeitschrift ist als Verbandsblatt eines „Deutschen Biologen-Verbandes“ gedacht, zu dessen Gründung ein Aufruf beiliegt. Der Zweck des Vereins soll sein, durch Zusammenschluß der deutschen Biologen Folgendes zu erzielen: 1. Förderung der beruflichen Interessen der deutschen Biologen. 2. Pflege und Förderung des biologischen Unterrichts an Schulen und Hochschulen, 3. Pflege und Förderung biologischer Forschung auf den verschiedenen Gebieten von Theorie und Praxis, 4. Vertretung der Belange von Biologie und Biologen vor amtlichen Körperschaften. Der Beitrag soll nur 1—2 Mk. jährlich betragen und ist in dem Bezugspreis für die Verbandschrift, der für Mitglieder halbjährlich 6 Mk. beträgt, enthalten. Vorläufige Geschäftsstelle des Verbandes ist: Botanisches Institut Tübingen. Das zweite Heft der Zeitschrift enthält u. a. einen Aufsatz von Geheimrat Appel über die Aufgaben und Ziele der „Angewandten Botanik“.

K. Snell.

Besprechungen aus der Literatur.

Cammerloher, H., Blütenbiologie I. Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten. Mit 64 Figuren im Text und 2 Tafeln. Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin 1931. Preis geb. 12,— RM.

Als Band 15 der Sammlung Borntraeger erschienen, stellt dieses Buch eine kurz zusammenfassende Arbeit über die Wege und Ziele der heutigen blütenbiologischen Forschung dar. Das Ziel des Verfassers, „auf streng wissenschaftlicher Grundlage ein Handbuch zu schaffen, das den Stand der heutigen Blütenbiologie zeigt und die Arbeitsweise angibt, deren sich der wissenschaftliche Blütenbiologe bedient“, scheint

mir voll erreicht zu sein. Das reiche Literaturverzeichnis ermöglicht es, sich in dieses reizvolle Gebiet biologischer Forschung weiter zu vertiefen. Der vorliegende Band befaßt sich nur mit der Bestäubungsvermittlung durch Insekten, wobei aber auch kurz die Bestäubung durch den Wind und das Wasser berücksichtigt wurde. Die Bestäubung durch Vögel und durch Säugetiere wird in einem zweiten Band behandelt werden.

Die Darstellung berücksichtigt die neueren Arbeiten über die anatomische und physiologische Untersuchung, daneben aber auch den jüngsten Zweig der Blütenbiologie: das Experiment. Durch exakt angestellte und durchgeführte Experimente ist es gelungen, den Anteil von Farbe und Duft an der Fern- und Nahwirkung der Blumen festzustellen, den Wert der Saftmale und anderer Blütenzeichnungen zu prüfen, die Wirkung von Kontrastfarben zu ermitteln und die wechselnde Empfänglichkeit der Insekten für Farbe, Form und Duft festzustellen. Das schöne Buch bringt eine Fülle von Material in klarer übersichtlicher Darstellung und verdient daher bestens empfohlen zu werden.

Snell.

Dolk, H. E. und van Slogteren, E. Über die Atmungs- und Absterbeerscheinungen bei Hyazinthenzwiebeln bei höheren Temperaturen im Zusammenhang mit der Bekämpfung der Gelbkrankheit. Gartenbauwissenschaft, 4, 1930, S. 113—158.

Zur Bekämpfung der durch *Pseudomonas hyacinthi* hervorgerufenen Gelbkrankheit der Hyazinthe ist von van Slogteren eine Methode, das sogenannte „Heizen“ der Zwiebeln, ausgearbeitet worden, das darin besteht, daß die Zwiebeln entweder während einer verhältnismäßig kurzen Zeit (1—2 mal 24 Stunden) einer höheren Temperatur (43—44° oder 48—49°) oder während längerer Zeit (3—4 Wochen) einer Temperatur von 38° ausgesetzt werden. Durch diese Behandlung sterben nämlich die kranken Zwiebeln ganz ab oder erkranken doch so stark, daß man sie noch vor dem Auspflanzen als krank erkennen kann; daneben gibt es auch oft Fälle, wo der Angriff nicht weiter geht und die Zwiebel sich im folgenden Jahre gesund entwickelt. Bei ungenügender Lüftung des Raumes während des „Heizens“ treten nun bisweilen Schädigungen an den Zwiebeln auf, die sich dadurch äußern, daß einmal die Zwiebeln im Innern absterben, zum anderen die äußeren Schalen der Zwiebeln weich und schleimig werden („Hautkrankheit“). Um festzustellen, worauf in einzelnen die Schädigungen zurückzuführen sind, untersuchten die Verfasser a) den Einfluß der Temperatur und b) den der Sauerstoffspannung auf die Atmung, c) den Einfluß erhöhter Feuchtigkeit, d) die Wirkung von Desinfektionsmitteln. Es zeigte sich dabei folgendes: Bei einer Temperatur von 38° wiesen die Zwiebeln in einem abgeschlossenen Gefäß bald Schädigungen auf. Die Atmung stieg fast geradlinig mit der Temperatur an und hatte bei 40° ein Optimum. Der Sauerstoff fing bereits bei einer verhältnismäßig sehr hohen Spannung (14—15%) an, die Atmung zu beeinträchtigen. Unter bestimmten Bedingungen war die Atmung schon bei normaler Sauerstoffspannung behindert. Nicht sterilisierte Zwiebeln gaben bei erhöhter Feuchtigkeit erheblich mehr Kohlensäure ab als sonst, was auf eine Bakterienentwicklung an der Zwiebeloberfläche zurückzuführen ist. Durch die Bakterienentwicklung wurde nach einer zeitweiligen Er-

höhung der Temperatur öfter eine längere Zeit anhaltende Steigerung der Atmungsintensität bewirkt. Die in der Literatur enthaltenen Angaben über eine Reizwirkung der Temperatur auf die Atmung sind wahrscheinlich in gleichem Sinne zu deuten. Auch die Atmungssteigerung nach dem zum Frühlreiben angewandten Warmbad wird von einer Bakterienentwicklung vorgetäuscht. Die bei ungenügender Lüftung während des „Heizens“ auftretenden Schädigungen sind also auf eine Erhöhung der Feuchtigkeit zurückzuführen, durch die eine Fäulnis der äußeren Schalen („Hautkrankheit“) eintritt, während die Atmung der an der Zwiebeloberfläche sich entwickelnden Bakterien einen Sauerstoffmangel im Zentrum und damit ein Absterben der jungen Knospen zur Folge hat. Durch Begasung der Zwiebeln mit Formaldehyd oder Ozon ließen sich die Schädigungen beseitigen.

Pape, Kiel.

Flachs, Karl, Krankheiten und Parasiten der Zierpflanzen.

Ein Bestimmungs- und Nachschlagebuch für Biologen, Pflanzenärzte, Gärtner und Gartenfreunde. Mit 173 Abbildungen. Verlagsbuchhandlung von Eugen Ulmer, Stuttgart. Preis geb. 29 Mk. 558 S.

Pape, Heinrich, Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen. Mit 8 farbigen Tafeln und 271 Textabbildungen. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin. Preis geb. 18 Mk. 361 S.

In kurzer Zeit sind über die Krankheiten der Zierpflanzen und ihre Bekämpfung zwei neue Bücher erschienen, beide von Verfassern, die über eine langjährige Praxis auf diesem Gebiete verfügen. Das Erscheinen dieser Bücher wird sicher von vielen Seiten freudig begrüßt werden; denn ein Buch über die Zierpflanzenkrankheiten, das den praktischen Bedürfnissen weitester Kreise Rechnung trägt und das sowohl die modernen Anschauungen als auch die in letzter Zeit erarbeiteten Forschungsergebnisse widerspiegelt, war bisher nicht vorhanden. Solche Werke sind aber jetzt besonders nötig, da auch der Zierpflanzenbau, der sich lange gegen einen geordneten Pflanzenschutz gesträubt hatte, zu erwachen beginnt und alles daran setzt, die Produktion der notwendigen Zierpflanzen im Inlande so weit zu erhöhen, daß wir allmählich mehr als bisher vom Auslande unabhängig werden. Dabei spielt natürlich auch der Pflanzenschutz eine wesentliche Rolle, und deshalb kommt es darauf an, die Kenntnis der Zierpflanzen-Krankheiten und -Schädigungen sowie die Möglichkeit ihrer Bekämpfung immer weiter zu verbreiten. Häufig genug kommt es leider noch vor, daß der Bestand ganzer Gewächshäuser wegen des Auftretens einer Krankheit vernichtet werden oder daß aus demselben Grunde ein ganzer Betrieb sich auf die Heranzucht anderer Pflanzen umstellen muß. Auch haben wir es in der letzten Zeit erlebt, daß Betriebe zugrunde gegangen sind, weil sie nicht rechtzeitig die Schädlingsbekämpfung durchgeführt haben.

Das Buch von Flachs lehnt sich in seiner Anordnung an das bekannte Kirchnersche Buch „Die Krankheiten und Beschädigungen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“ an, so daß eine verhältnismäßig leichte Bestimmung der einzelnen Krankheiten möglich ist. Die Wirtspflanzen sind alphabetisch angeordnet, und die weitere Gliederung ist nach den äußeren Merkmalen der Krankheiten vorgenommen. Nach diesem Hauptteil folgt eine Besprechung der Maßnahmen zur Be-

kämpfung der Krankheiten und Schädlinge. Dieser Teil könnte praktischerweise in einer späteren Auflage ausführlicher zu gestalten sein. Besondere Sorgfalt ist auf das Inhaltsverzeichnis verwendet insofern, als neben einem allgemeinen Inhaltsverzeichnis noch ein besonderes für die Schädlingsbekämpfungsmittel und die deutschen Pflanzennamen sowie ein Verzeichnis der allgemeinen Schädlinge und Krankheiten und der Mittel zu ihrer Bekämpfung und endlich eine kurze Erläuterung der mykologischen Fachausdrücke gegeben ist.

In dem Papeschen Buch ist nach einer kurzen Einleitung über die wirtschaftliche Bedeutung der Zierpflanzen-Krankheiten und -Schädigungen zunächst ein Überblick über die pflanzlichen und tierischen Schädlinge sowie die nichtparasitären Ursachen gegeben. Es folgt darauf ein weiterer größerer Abschnitt über die Verhütung und Bekämpfung, wobei sowohl die vorbeugenden als auch die eigentlichen Bekämpfungsmittel ausführlicher behandelt werden. Den Hauptteil des Buches nimmt dann die Beschreibung der Krankheiten ein, von denen zunächst die Krankheiten und Schädigungen, die auf vielen Zierpflanzen vorkommen, gemeinsam abgehandelt werden, und denen dann die Krankheiten und Schädigungen einzelner Zierpflanzen alphabetisch folgen. Auch in diesem Teile ist der Praxis in weitgehendem Maße Rechnung getragen. Sowohl die schwarzen Abbildungen als auch die Farbentafeln sind sehr instruktiv, so daß sie besonders für den Praktiker eine wertvolle Ergänzung der Beschreibung geben.

Wer sich mit den Krankheiten der Zierpflanzen beschäftigt, wird beide Bücher haben müssen; denn jeder der beiden Autoren verfügt über ein großes Maß eigener Erfahrungen. Da der Preis beider Bücher angemessen ist, so werden sie auch in die große Praxis Eingang finden. Ihre Benutzung wird sich stets lohnen. Den Verlegern gebührt jedenfalls Dank, daß sie in der heutigen Zeit auch dieses bisher etwas stiefmütterlich behandelte Gebiet des Pflanzenschutzes durch die Herausgabe der Bücher wesentlich gefördert haben.

Appel, Berlin-Dahlem

Furrer, E., Die Abbruzzen. Verlag Herder & Co., Freiburg im Breisgau 1931. Preis kartonniert 4,60 RM., in Leinwand 5,80 RM.

Verfasser ist in den Jahren 1922—1928 sechsmal in den Abbruzzen gewesen, um pflanzengeographische Studien zu machen. Er gibt zunächst einen geographischen Überblick über das behandelte Gebiet, bespricht Zufahrten und Verkehrswege, Aufbau und Landschaftsform, Erdbeben, Klima und Wassernot und führt uns dann in das Pflanzen- und Tierleben ein. Dabei unterscheidet er die Ölbaumstufe, die Eichenstufe, die Buchenstufe und die Höhenstufe der Schafweiden. Durch Aufforstung wird früherer Raubbau wieder gutgemacht. Von Nutzpflanzen sei die Crocus-kultur zur Gewinnung von Safran erwähnt.

Im weiteren Teil des Buches schildert Verf. in schöner Sprache und mit großer Liebe, was er von Land und Leuten kennengelernt hat. Er rühmt die Sicherheit des Reisens in diesem Lande, das seit 50 Jahren frei von Briganten ist, und den gastfreundlichen Sinn seiner Bewohner. Er führt uns in das Gebiet, das durch Trockenlegung des Fuciner Sees entstanden ist, zu Bauern, Hirten und Köhlern, durch Städte und Dörfer, von denen das mittelalterliche Aquila, das Erdbebenstädtchen Avezzana und Sulmona, die Heimat Ovids, genannt

seien. Zum Schluß geht es von Berg zu Berg durch die östliche und mittlere Hauptkette des abbruzzischen Apennins bis zur Majella, die als der abbruzzische Libanon bezeichnet wird. Alles in allem ein lehrreiches und dabei anziehend geschriebenes Buch, das den Leser mit einem Gebiet bekannt macht, das von Jahr zu Jahr von Reisenden, Sommerfrischlern und Alpinisten mehr besucht wird, denn die Abbruzzen sind, wie der Verfasser sagt, ein prächtiges Ferien- und Ausflugsgebiet — ein im Werden begriffenes Reiseland.

K. Snell.

Gilg-Schürhoff. Grundzüge der Botanik für den Hochschulunterricht. Siebente umgearbeitete Auflage der „Grundzüge der Botanik für Pharmazeuten.“ Verlag Julius Springer, Berlin 1931. 395 S., 588 Abb., geb. 18,50 RM.

Das bekannte botanische Lehrbuch: E. Gilg, „Grundzüge der Botanik für Pharmazeuten“ ist in neuer siebenter Auflage erschienen und damit auch unter neuen Gesichtspunkten herausgegeben. Das Buch ist nicht mehr speziell für den Pharmazeuten eingerichtet sondern infolge seiner Erweiterung für jeden Hochschulunterricht geeignet. Das Werk gliedert sich in drei Hauptabschnitte: Morphologie, physiologische Pflanzenanatomie und systematischer Teil. Den Schluß bilden praktische Anweisungen über das Anlegen eines Herbariums sowie zur Handhabung der Mikroskopie in der Botanik. Trotz des erweiterten Stoffes, die Anatomie z. B. wurde durch zahlreiche physiologische Notizen ergänzt, und trotz der vermehrten Abbildungen ist das Buch im Vergleich zur 6. Auflage durch bessere Anordnung der früheren Abbildungen und des Textes auf engeren Raum zusammengedrängt worden, jedoch ohne daß dabei die Übersichtlichkeit gelitten hat. Völlig neu sind beispielsweise die Darstellungen der allotypischen Kernteilungsvorgänge und anderer Gebiete aus der Zytologie. Die für den Anfänger mit Schwierigkeit verbundenen Fragen des Kernphasenwechsels (Generationswechsels) besonders in der niederen Systematik werden durch schematische Darstellungen (Entwicklungszyklen) in seltener Klarheit erläutert. Ferner sind gänzlich neu aufgenommen die Kapitel über die Physiologie der Bewegungen, Fortpflanzung und Vererbung, sowie Abstammungslehre. Die zahlreichen und zum Teil der besseren Demonstration wegen schematisierten Abbildungen sind eine wirksame Unterstützung des Textes und tragen ganz wesentlich zur großen Anschaulichkeit des Buches bei. Ungeachtet des Stoffumfangs ist möglichste Vollständigkeit, soweit dies sich im Rahmen eines Lehrbuches aufrecht erhalten ließ, angestrebt. Im systematischen Teil sind bei Schilderung der einzelnen Pflanzen, abgesehen von der Beschreibung spezieller morphologischer Merkmale, noch Erläuterungen gegeben über Kultivierung, Ernte und Verwendung, sei es nun in der Pharmazie, in der Technik oder im Haushalt.

Für jeden, der sich mit Naturwissenschaften beschäftigt und ein schnelles und gründliches Eindringen in die Botanik anstrebt, ist das Buch ein ausgezeichnete Berater.

Bärner, Berlin Dahlem.

Kempski, Die Landwirtschaft im paraguayischen Chaco. Mit 3 Karten und 55 Abb., 148 S. Buenos Aires 1931. Geh. 4,50 RM. (Auslieferungstelle für den Buchhandel: v. Halem, Verlagsbuchhandlung, Bremen, Schleifmühle 63.)

In der gegenwärtigen Zeit ist es doppelt wertvoll und interessant, aus berufenem Munde Aufschluß über die Landwirtschaft in Gebieten

zu erhalten, die in besonderem Maße zur Ansiedlung unserer überschüssigen Bevölkerung geeignet erscheinen. Ein solches Gebiet ist der westliche Teil von Paraguay, der sogenannte bisher wenig bekannte und als wertlos geltende paraguayische Chaco, in den uns der bekannte deutsche Expert, landwirtschaftlicher Sachverständiger in Buenos Aires, auf Grund einer Studienreise führt. Man ist überrascht, wenn man hört, daß dort in den letzten Jahren ein Stück deutscher Heimat entstanden ist: 27 Siedlungen der *Compania de Tierras Carlos Casado Ltda.* mit rein deutschen Namen. Nach einem kurzen allgemeinen Überblick über das Gebiet und Einzelangaben über die bestehenden Siedlungen wendet Verf. sich seiner eigentlichen Aufgabe zu, den Siedlern Ratschläge landwirtschaftlich-technischer Art zu geben, welche Kulturen sie betreiben können und wie aus diesen der höchstmögliche Gewinn zu erzielen ist. Nicht weniger als 168 Pflanzenarten werden je nach ihrer Wichtigkeit mehr oder weniger ausführlich besprochen und wertvolle Winke für ihre Kultur gegeben. Ein besonderer Abschnitt enthält Ratschläge über Pflanzenschutz, Viehhaltung und Düngung. Das Buch vermittelt eine Fülle von Anregungen und Gedanken, die weit hinaus über den Kreis derer, an die sie in ersten Linie gerichtet sind, Beachtung verdienen.

Braun, Berlin-Dahlem.

Kobel, Fritz. Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. 274 Seiten mit 63 Abbildungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis 16.— RM., geb. 18.40 RM.

Verfasser, der als Botaniker an der schweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil tätig ist, will kein praktisches Lehrbuch des Obstbaues im Sinne einer Anleitung für den Gärtner und Obstbauer geben, sondern er will die physiologische Grundlage der praktischen Handgriffe und Kulturmaßnahmen im Obstbau klarstellen und damit zu ihrem Verständnis und zu ihrer wissenschaftlich richtigen Anwendung beitragen. Das inhaltsreiche Buch zeigt, daß gerade der Obstbau dem Botaniker eine Fülle von pflanzenphysiologischen Problemen bietet, die sowohl von praktischem wie auch von rein wissenschaftlichem Interesse sind. In erster Linie ist es das Gebiet der Ernährungsphysiologie, das bei allen Maßnahmen zur Erzielung gesunden Wachstums und alljährlicher, befriedigender Blütenbildung beachtet werden muß. Die zweckmäßige Regelung der Stickstoffzufuhr und die Versorgung mit Kohlehydraten durch Förderung der Assimilation sind Bedingungen, die nach der Klebsschen Theorie Wachstum und Blütenbildung beeinflussen. Hierhin gehört auch der Einfluß der Unterlage, die die Mineralstoffe liefert und die Stauung der Kohlehydrate durch Ringelung und Strangulierung. Die Erörterung des Befruchtungsvorganges gibt Veranlassung, auf die zytologischen Verhältnisse und auf das vielseitige Sterilitätsproblem einzugehen. Hier werden besonders eingehend die Ursachen der Selbststerilität und der Intersterilität bei den einzelnen Obstarten besprochen. Im Anschluß daran die Xenienfrage, der Fruchtansatz ohne Befruchtung (Parthenokarpie und Apogamie) und das vorzeitige Abfallen der Früchte. Der Reifungsvorgang am Baume und bei der Lagerung bietet anziehende Probleme aus der Physiologie des Stoffwechsels. In einem besonderen Abschnitt stellt Verfasser die Beziehungen zwischen vegetativem Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung im einzelnen dar und wertet diese Erkenntnis

für den praktischen Obstbau aus. Ein Blick auf die schematische Abbildung 56 gibt ein klares Bild dieser Verhältnisse. Daraus geht aber auch hervor, daß nicht jährlich Riesenerträge erzielt werden können, ohne dem Baum zu schaden. „Als Ziel aller unserer Kulturmaßnahmen haben wir Bäume von mäßigem Wuchs und alljährlicher befriedigender Tragbarkeit zu betrachten.“ Der letzte Abschnitt ist der Züchtung neuer Obstsorten gewidmet. Hier gibt es drei Wege: Die Auswahl von Knospenmutationen, die Auswertung von Zufallssämlingen und die Sämlingszüchtung. Letztere bietet gute Aussichten, aber auch mancherlei Schwierigkeiten, die namentlich durch die späte Tragbarkeit der Sämlinge, durch die weitverbreitete Sterilität und eine auffallend starke Schwächung durch Inzucht bedingt sind. Auf der anderen Seite besteht der Vorteil, daß die Sämlinge auf vegetativem Wege konstant vermehrt werden können.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis bietet Gelegenheit, sich auf dem Gebiet weiter umzusehen. Das Buch ist ein Musterbeispiel für die Behandlung praktischer Fragen auf wissenschaftlicher Grundlage. Dem angewandten Botaniker, der sich mit diesen Fragen beschäftigt, wird dieses Buch sehr wertvoll sein, und auch dem rein theoretischen Botaniker wird es manche Anregung geben. Für den auf dem Gebiete des Obstbaues Lehrenden und für den fortschrittlichen Obstpflanzler dürfte es unentbehrlich sein.

K. Snell.

Molisch, H., Botanische Versuche ohne Apparate. VI + 200 S., 62 Abbildungen. Gustav Fischer, Jena 1931. Broschiert 9.—, geb. 10.— RM.

„Das schönste, großartigste und wunderbarste Laboratorium ist und bleibt die Natur.“ Unter diesem Leitgedanken, dem der Verfasser letzten Endes in all seinen zahllosen Werken gedient hat, stellt er sein neues Buch. Gegenüber der starken Neigung der modernen Jugend zur Technik möchte er sie zur Natur zurückführen und für sie interessieren. Und dafür kann sie sich sicherlich keinen besseren Führer wünschen als Molisch und keinen besseren Weg als den von ihm gewiesenen. Als Muster für die Darstellung haben dem Verf. die berühmten Vorlesungen Faradays vorgeschwebt, die er in London über „die Naturgeschichte einer Kerze“ vor kleinen Knaben und Mädchen hielt. Die Versuchsmethodik befolgt den Grundsatz: „Je einfacher das Experiment ist, desto schöner ist es.“ In 5 Hauptabschnitten, die Anatomisches und Morphologisches, Physikalisches, Chemisches, Physiologisches und Verschiedenes behandeln, zieht das ganze Leben der Pflanze in all seiner Mannigfaltigkeit an dem Leser vorüber. So ist ein Werk entstanden, das vorbildlich durch seine Einfachheit ist, nichts voraussetzt und dabei eine solche Fülle von Wissen, Erkenntnis und Anregung vermittelt, daß auch der Fachmann es nur mit dem Gefühl der Dankbarkeit aus der Hand legen wird, wieder einmal den Blick über die engen Grenzen seines Spezialgebietes hinaus auf das große Ganze gerichtet zu haben.

Braun, Berlin-Dahlem.

Tunmann, O. Pflanzenmikrochemie. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage von Rosenthaler, L. Verlag Borntraeger, Berlin 1931. 1060 S., 190 Abb., geb. 78.— RM.

Rosenthaler hat sich der dankenswerten Aufgabe gewidmet, die „Pflanzenmikrochemie von Tunmann“, die bereits seit längerer Zeit

vergriffen ist, in neuer Auflage herauszubringen. Das Werk ist weitesten Kreisen bekannt, so daß ich mich beschränken darf, die Vorzüge und Neuerungen der Auflage zu schildern.

Sie hat um rund 450 Seiten zugenommen. Sowohl der allgemeine wie der spezielle Teil sind modernisiert und vervollständigt worden. So werden eine Anzahl neuer Mikro-Apparaturen beschrieben und dargestellt. Heute bietet die Technik bereits Apparate, die, z. B. bei der Mikrosublimation, vollkommen ohne Verlust arbeiten, andere sind speziell geeignet, langsame Kristallisationen zu bewirken. Ferner gibt es besondere Mikrosublimations-Einrichtungen zur Aufarbeitung der Rückstände aus ätherischen Ölen, zur Arbeit in luftverdünnten Räumen usw. Zur modernen Mikroschmelzpunkt-Bestimmung wird ein mittels elektrischer Heizspiralen geheizter Objektisch verwendet. Für die Mikroextraktion und -destillation sind entsprechende Apparate zur Darstellung gelangt. Im Rahmen der Mikrotomtechnik, die wesentlich erweitert wurde, wird eine Heizlampe beschrieben, die sowohl die Erwärmung des Mikrometersmessers und Paraffinblockes als auch zur Paraffin-Einbettung dient, wobei sie gleichzeitig den Vorzug hat, als Lichtquelle zu wirken. Bei Betrachtung der allgemeinen Färbemethoden, wird die Theorie über das Zustandekommen der Färbungen kurz gestreift unter Betonung der elektrischen Kräfte, die dabei eine bedeutende Rolle spielen. Man unterscheidet kathodische und anodische Färbungen. Auch im Bereich der optischen Möglichkeiten hat die Mikrochemie verbesserte und neue Hilfsmittel bekommen. Der Mikropolarisationsapparat ist vervollkommenet worden, die Handhabung des Dunkelfeldes ist durch den Kardioidkondensor wesentlich vereinfacht, sowie das Zählen mit Hilfe der Fuchs-Rosenthal-Einteilung. Gut geeignet für botanische Untersuchungen, vor allem zur Feststellung von Verfälschungen, dürften das Luminoskop und das Fluoreszenzmikroskop sein. Ein besonderer Abschnitt ist dem Mikromanipulator gewidmet. Eine Methode zur Sichtbarmachung subvisibler Gebilde ermöglicht das Verfahren nach Bechold und Ville. Hierdurch lassen sich Gebilde „bis herunter zu etwa $4-10\ \mu\mu$ “ als Pseudomorphose durch Behandlung mit Goldchlorid und Kaliumferricyanidlösung sichtbar machen. Vollkommen neu sind die Kapitel über Spodogramme (Nachweis der Kieselsäurelokalisation) und Anthrakogramme (Mikrophotogramme des verkohlten Objekts, Verkohlung in siedendem Öl).

Die spezielle Mikrochemie ist entsprechend den zunehmenden Kenntnissen auf diesem Gebiete ergänzt worden. Von neu aufgenommenen botanischen Spezialthemen seien einige herausgegriffen: Lebendfärbung, Membranfarbstoffe der Moose, Farbstoffe von Pilzen und Bakterien, Sporenpollenine, Mikrochemisches über Hefe und Bakterien u. a. Kurz zusammenfassend ist im Tunmann-Rosenthaler ein Werk entstanden, das den modernen, botanisch-mikrochemischen Ansprüchen in weitem Maße Genüge leistet und sich derselben Aufnahme und Anerkennung erfreuen wird wie damals 1913 die erste Auflage.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Becker, Dr. Rudolf, Landwirtschaftsassessor, Gießen (Hessen), Lindenplatz 1.

(Angem. durch G. O. Appel-Gießen.)

Kirchhoff, Heinrich, Dipl.-Landwirt, Hannover, Bethlehemstr. 19.

(Angem. durch Gaßner-Braunschweig.)

von Schrenk, Dr. Hermann, St. Louis (Mo.) U. S. A., Tower Grove and Flad Avenues.

(Angem. durch Rabanus-Ürdingen.)

Tratz, Dr. Paul, Direktor des Neuen Museums für darstellende und angewandte Naturkunde, Salzburg.

Personalnachrichten.

Zum Vorsitzenden der Deutschen Botanischen Gesellschaft für das Jahr 1932 wurde das Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Regierungsrat Dr. Snell, gewählt.

Am 14. Dezember 1931 vollendete Prof. Dr. A. Spieckermann, der Direktor der Anstalt für Pflanzenschutz und Samenuntersuchung der Landwirtschaftskammer in Münster i. W., sein 60. Lebensjahr. Aus seinem Lebenslauf sei hervorgehoben, daß er nach Abschluß seiner Universitätsstudien an der ehemaligen Landwirtschaftlichen Versuchstation der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Berlin und im Bakteriologischen Institut der Universität Jena unter Prof. Gärtner arbeitete. Am 1. April 1899 kam er als Leiter der Abteilung für Pflanzenschutz an die Landwirtschaftliche Versuchstation nach Münster i. W. In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Arbeiten auf mykologischem und phytopathologischem Gebiet erhielt Spieckermann im Jahre 1912 die Ernennung zum Professor. Am 1. April 1922 wurde er zum Direktor der neugegründeten Anstalt für Pflanzenschutz und Samenuntersuchung der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westfalen in Münster ernannt. Sein Hauptarbeitsgebiet umfaßt die Krankheiten der Kartoffel und des Getreides. Große Verdienste hat er sich um die Organisation und den Ausbau des Deutschen Pflanzenschutzdienstes insbesondere um die Bekämpfung des Kartoffelkrebses erworben.

Am 28. November d. J. verstarb unser langjähriges Mitglied Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Dr. h. c. H. Thoms, der frühere Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität Berlin.

Der Abteilungsvorsteher am Landwirtschaftlichen Institut der Universität Gießen und Leiter der Hessischen Hauptstelle für Pflanzenschutz, Dr. G. O. Appel, hat sich an der dortigen Universität für „Pflanzenbau, insbesondere Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz“, habilitiert.

Sachregister

(Bearbeitet von Dr. P. Graebner, Münster i. Westf.)

- Abbruzzen 539
 Abies Douglasii 274
 Absterbeerscheinungen der Hyazinthen 537
 Ackerunkräuter 542
 Acta forestalia Fennica 167
 Adventivwurzeln der Kartoffel 300, 318
 Ährenschieben 400
 Agrarmeteorologie 292
 Agricultural Science, Journ. 536
 Agrostis stolonifera 345
 Alter und Keimung 34
 Amorpha 343
 Anbauort u. Zellgröße d. Kartoffel 240
 Androsace alpina 340
 Anfälligkeit (Steinbrand) 198
 Apfelsorten-Lagerung 474 ff.
 Aphanomyces spec. 459
 Arctostaphylos Uva Ursi 342
 Aristolochia Clematidis 343
 Arzneipflanzen 466
 Atmung von Hyazinthenzwiebeln 537
 Atriplex-Arten 3, 17
 Backversuche 536
 Bakelit-Behandlung von Holz 130, 258
 Banane (Degeneration) 82
 Bastfaserforschung 292
 Baumschulen 262
 Begonia 274
 Bibliographie, allg. (Samenkontr.) 465
 Biochemismus der Kartoffelfäule 167
 Biologe, Der 536
 Biologie holzerstörender Pilze 138
 — von Chenopodium album 1, 97
 Biologische Grundlegung d. Soziologie 86
 Birkenfurnier 122
 Birnensorten-Lagerung 474 ff.
 Blattlausgallen 90
 Blüte-Eintritt 406
 Blütenbiologie 536
 Bodenansprüche von Chenopodium album 46, 99
 Bodeninfektion (Steinbrand) 183
 Boden und Klima 375
 Bormangel (Rübenfäule) 453
 Botanik-Lehrbuch 470, 539
 Botanische Versuche 540
 Bryonia alba 346
 Buchenholz-Tränkung 149
 Campanula Zoysii 343
 Carlotea sp. 350
 Carpinus betulus 274
 Cassiope tetragona 347
 Cassisa nebulosa 116
 Ceylon (koloniale Erfahrungen) 373
 Chaco (Landwirtsch. i. parag.) 540
 Chaetocla glauca 117
 Chemie des Protoplasmas 86
 Chenopodium album 1 ff., 97 ff.
 — — -Bekämpfung 107 ff.
 — — -Formen 11
 — -Arten 2
 Cineraria 282
 Circaea alpina 343
 Cleonus punctivernis 107
 Collybia-Arten 145
 Coniophora cerebella 139, 146, 354 ff.
 Convallaria und Kunstlicht 166
 Corticium giganteum 146
 Cyclamen 282
 Dactylis glomerata 345
 Degeneration 81
 Düngung und Zellgröße d. Kartoffel 242
 — von Chenopodium album 46, 99
 Dürrewiderstandsfähigkeit 168
 Einjahrblumen 87
 Emmer 89
 — (Keimung) 62
 Entstehung der Kulturpflanzen 88
 Entwicklungsgeschwindigkeit von Weizenkorn u. Steinbrandsporen 179
 Erbse 299
 — (Samenquellung) 52, 66
 — (Urbarmachungskrankheit) 456
 Erdbeeren und Kunstlicht 165
 Erntezeit u. Zellgröße d. Kartoffeln 226
 Euchlaena mexicana 291
 Extrahierung bei Samenquellung 51

- Färben von Präparaten 475
 Farbenveränderung an Obst 473
 Farbstofflösungen 128
 Fermentproblem 374
 Flachs 89
 Fomes annosus 354 ff.
 Forschungsexpedition (russ.) nach Mittelamerika 291
 Forschungsinstitut Sorau 292
 Forstinsekten 373
 Fragaria vesca 274
 Fuchsia 274
 Fumaria Vaillantii 343
 Fußkrankheit des Weizens 151
 Futterrüben (Urbarmachungskrankheit) 456

 Gänsefuß 3
 Galeopsis Ladanum 343
 Gefrierhaus 473
 Gelbkrankheit der Hyazinthen 537
 Gentiana-Arten 341 ff.
 Gerste 274, 391 ff., 456
 Gersterost 536
 Geschützte Pflanzen 541
 Gesellschaftslehre der Pflanzen 86
 Getreide (Phänolog. Beobachtung) 377
 — -Rost 536
 — -Sortenunterschiede 414
 Gewicht von Samen 58
 Giftpflanzen 466
 Glühlampenlicht 162
 Gräser 456
 — Keimungsphysiologie 467
 Graphium ulmi 459

 Hafer 392 ff., 456
 Haltbarkeit von Obst 473
 Hartschaligkeit bei Chenopodium album 14
 Hausschwamm 147
 Hautkrankheit von Zwiebeln 537
 Heizen der Zwiebeln 537
 Herzfäule der Rüben 453
 Hibiscus cannabinus 50
 Höhenkeimer 338
 Holz als Werkstoff 122, 257
 — -Imprägnierung 133, 148
 — -Konservierungsmittel-Prüfung 352
 — metallisiertes 257
 Holzzerstörende Pilze 138
 Hopfen 89
 Hundsschieß 4
 Hyazinthenzwiebeln (Atmung usw.) 537

 Immunität gegen Steinbrand 198
 Imprägnierung von Holz 133, 148, 257
 Indian Journ. Agric. Sc. 536
 Insekten und Blumen 536
 Irpex fuscoviolaceus 146

 Kalistafflungsversuch 101
 Kartoffelfäule 167
 Kartoffelpollen 376
 Kartoffelsorten 297
 — Degeneration 82
 — Zell- und Stärkekorngröße 209
 Keimapparat 58
 Keimfähigkeit von Chenopodium album 109
 — von Weizen 189
 Keimmedium bei Chenopodium album 30
 Keimpflanzen und Kunstlicht 165
 Keimreife bei Chenopodium album 18
 Keimungsbibliographie 465
 Keimungsbiologie von Chenopodium album 12
 Keimungsphysiologie der Gräser 467
 Keimung und Wassermanimum 49
 — von Chenopodium album 24 ff.
 Kellerschwamm 139
 Kiefernholz-Tränkung 148
 Kleinlichtbildkunst 83
 Klima und Boden 375
 — — Vegetation 378
 Koloniale Erfahrungen auf Ceylon 373
 Krim (Tabaksorten) 88
 Kühlhaus 473
 Kulturpflanzen-Entstehung 88
 — Mit elamerikas 291
 Kunstlichtkultur 162

 Landwirtschaft in Paraguay 540
 Lathraea 348 ff.
 Laubhölzer 375
 Laus(e)melde 4
 Lehrbuch der Botanik 470, 539
 Lehrfach (Phytopathologie) 469
 Leica 83
 Lentinus lepideus 359
 — squamosus 146
 Lenzites abietina 146, 354 ff.
 — saepiaria 146
 — thermophila und Arabea 359
 Levkoja 274
 Lichtbildkunst 83
 Lichtkultur 162
 Licht und Keimung 27
 Liliaceen 276
 Lita atriplicella 107
 Lobelia Dortmanna 343, 344
 Lusemelde 4

 Magnum bonum 82
 Mahlbela, Mähljä 3
 Mahlversuche 536
 Mais 89, 291
 — (Samenquellung) 51
 Medicago-Arten 276
 Mehlbala 3
 Mehltau, falscher 117

- Melben, Melde 3 ff.
 Melittis Melissophyllum 343
 Mell(e, n) 3
 Mentha piperita 471
 Mercurialis 347 ff.
 Merulius domesticus 146, 354 ff.
 — silvester 146
 Mes-Melle, Meßmahl 3
 Metallholz 257
 Mikrochemie 541
 Miß-Malter(en) 3
 Mitgliederverzeichnis 93, 168, 295, 472, 544
 Mittelamerika (russ. Forschungsexp. 291
 Mohrrübe (Samenquellung) 52
 Molda, Molken 3
 Montbretia 274
 Moosflora v. S.-O. Washington 293
 Morphologie des Wurzelsystems 297
 Mulda-Kraut 3
 Mull, Multa 3

 Nachtfrostschädenabwehr 262
 Nährstoffansprüche von Chenopodium album 48
 Nebelgeräte 266, 279
 Nebel, künstliche und Frostabwehr 262
 Neonlicht 163
 Nicotiana-Arten 88
 Nigella 343

 Obstlagerung in Schweden 473
 Obstsortendegeneration 82
 Okuméfurnier 122
 Onobrychis sativa (Keimung) 62
 Ophiobolus graminis 151
 Origanum vulgare 343

 Panicum sanguinale 117
 Paraguay (Landwirtschaft) 540
 Parasiten an Zierpflanzen 538
 Paxillus acherunticus 146
 Pedicularis-Arten 343
 Pegomya hyoscyami 107
 Pelargonium 274
 Peronospora effusa 117
 Personalnachrichten 94, 168, 296, 472, 543
 Pferdebohnen 456
 Pflanzenärzte 372
 Pflanzenanalyse 466
 Pflanzenbau 536
 Pflanzengeographie der Abbruzzen 539
 Pflanzen, geschützte 541
 Pflanzenhygiene 373
 Pflanzenkrankheiten 538
 — und Lichtbild 83
 Pflanzenmikrochemie 541
 Pflanzenschutz 373, 536
 Pflanzenstoffe 471

 Pflanzenzucht 465
 — und Lichtbild 83
 Pflanzenzüchter-Vereinigung 290
 Phänologische Beobachtungen 377
 Pharmaka-Pflanzen 466
 Phaseolus vulgaris 291
 Phleum 345
 Phoma betae 453
 Physiologie d. Wurzelsystems 297
 Phytopathologie als Lehrfach 469
 Phytophthora-Fäule 167
 Picea 274
 Pilze, holzerstörende 138
 Pisum arvense 458
 Pleurotus ostreatus 359
 Pollen der Kartoffel 376
 Polygonum convolvulus 117
 Polyporus-Arten 145 ff., 359
 Polystictus versicolor 146, 354 ff.
 Potamogeton-Arten 344
 Präparate-Färbung 475
 Primula imperialis 338
 — obconica 274, 282
 Protoplasma, Chemie des 86
 Pseudomonas hyazinthi 537
 Pseudotsuga siehe Abies
 Ptychogaster 359
 Pyramidenpappel (Degeneration) 82
 Pyrethrum 274
 Pythium spec. 458

 Quecksilberlicht 163

 Reifungsprozeß von Obst 473
 Reinsche Ferienkurse 166
 Reiztherapie 160
 Rispenschieben 400
 Roggen 456
 — (Samenquellung) 52
 Rosa 274
 Rosenblüten 274
 Rost auf Getreide 536
 Rüben-Fäule 453
 — rote (Samenquellung) 52
 — -Schädling 116
 — (Urbarmachungskrankheit) 456

 Saatgut 293
 Saatgutreinigung 108
 Saaterbse 89
 Säurenebel 262
 Salzlösungen und Keimung 36
 Samen der Melde 9
 Samenkeimung 9, 24 ff., 49
 Samenkontrolle 465
 Samenlagerung 21
 Samenprobegewicht 58
 Samenquellung 51
 Samentrocknung 57
 Sandwicke (Keimung) 62

- Saxifraga androsacea* und *bryoides* 341
 Schädlinge von *Chenopodium album* 107
Schafmolan, *Schleißmaljen* 3
Scheißmalte 4
Schleißmolten 3
Schildkäfer 116
Schiff-Martele(n) 4
Schleißmelde 4
Schleißmell 3
Schizoneura ulmi 90
Schizophyllum commune 145 ff., 359
Schossen 381 ff.
Selleri 89
Solanum-Arten 291—292
Soldanella pusilla 342
Sommer-Aster 274
Sommerweizen (-Sorten) 173 ff.
Sonnenblume (Samenquellung) 52
 Soziologie, biologische 86
Spargel 89
Spergula arvensis 47
Sperling (Samenverteilung) 117
Stärkekorngöße in Kartoffeln 209
Steinbrand des Weizens 169
Stercum hirsutum und *sanguinolentum* 146
 — *purpureum* 146, 359
Sunda-Inseln 88
Sweetia carinthiaca 341

Tabaksorten 88, 168
 Tagung der Int. Pflanzenzüchter-Vereinigung 290
 — d. Verb. deutsch. Pflanzenärzte 372
 — d. Vereinig. f. angew. Bot. 96, 526
 Temperatur und holzzerstör. Pilze 144
 — und Samenkeimung 24, 65
 — und Steinbrandbefall 172
Tetraneura ulmi 90
 Tiefenlage und Keimung 32
Tilia 274
Tilletia tritici 169
 Toximetrische Prüfung von Holzkonservierungsmitteln 352
Trametes pini 146, 359
Trifolium pratense 274

Triticum 381
 Trockenfäule der Rüben 453
 Trockensubstanz im Samen 74
 Trocknen der Samen 57
Tropaeolum majus 274

Ulmenkrankheit 459
Ulmus-Arten 460
 — *montana*-Formen 90
Unkräuter 542
 Unkrautbekämpfung 1, 97
 Urbarmachungskrankheit 456

 Vegetation und Klima 378
 Verbreitung von *Chenopodium album* 103
 Vereinigung für angewandte Botanik 96, 526
 — für Samenkontrolle, Intern. 465
Veronica-Arten 343
 Versammlungsleitung 293
 Versuche, botanische 540

 Wachstumsbedingungen für *Chenopodium album* 46
 Wachstumsrichtung 301
 Wachstum und Steinbrand 192
 Waldwirtschaft 167
 Wasserminimum und Keimung 49
Weinberge 262
Weintrauben-Lagerung 479
Weizen 89, 151, 169, 386 ff.
 —-Rost 536
 — (Samenquellung) 52
 Werkstoff (Holz) 122, 257
Winterweizen (Keimung) 66
 —-Sorten 173 ff.
 Wurzelkisten (-kästen) 304
 Wurzelsystem von Kartoffelsorten 297

 Zellgröße in Kartoffeln 209
 Zellsorten im Holz 123
 Zierpflanzenkrankheiten 538
 Zuchtwahl bei Tabak 168
 Zwiebeln (Hyazinthen-), Heizen 537